



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PŘEDÁVACÍ MOST KOLESOVÉHO RYPADLA

FORWARDING BRIDGE OF BUCKET-WHEEL EXCAVATOR

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Zeizinger

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Bc. Lukáš Zeizinger**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Automobilní a dopravní inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Předávací most kolesového rypadla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte analýzu konstrukční úpravy předávacího mostu teleskopického pásového dopravníku kolesového rypadla KK 1300.

Cíle diplomové práce:

Vypracujte technickou zprávu obsahující zejména:

- ověření uvažovaných zatěžovacích stavů nosné konstrukce vlivem konstrukční změny uložení jeřábu,
- kontrolu pevnosti nosné konstrukce.

Seznam literatury:

Jurášek, O.: Teorie nosných konstrukcí, skriptá VUT v Brně, 1989

Osterrieder, P., Richter, S.: Kranbahnträger aus Walzprofilen, ed. Vieweg, 2002, s. 299, ISBN-10: 3-528-12559-4, ISBN-13: 978-3-528-12559-2

Grimm, F. B.: Stahlbauten 2. Konstruieren mit Walzprofilen, ed. Ernst W. + Sohn Verlag, 2003, s. 192, ISBN-10: 3-433-02840-0, ISBN-13: 978-3-433-02840-7

Conveyor Equipment Manufacturers Association. Engineering Co.: Belt Conveyors for Bulk Materials (5th Ed); Conveyor Equipment; 5th edition (1997); ISBN-10: 1891171186, ISBN-13: 978-1891171185

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty



ABSTRAKT

Práce se zabývá kontrolou pevnosti nosné konstrukce. Úkolem řešené diplomové práce, jenž je tvořena ve spolupráci s firmou NOEN, a.s., je provést analýzu uvažovaných zatěžovacích stavů jeřábu a kontrolu pevnosti nosné ocelové konstrukce. Provést pevnostní analýzu předávacího mostu kolesového rypadla pomocí metody konečných prvků. Dále vyhodnotit důsledky plynoucí z konstrukční úpravy.

KLÍČOVÁ SLOVA

předávací most kolesového rypadla, kolesové rypadlo, pevnostní analýza, MKP výpočet, prut

ABSTRACT

The document deals inspecting forces of the structure. The task of diploma thesis is analyze the crane load and chech up the stress of steel construction. Perform stress analysis forwarding bridge of bucket-wheel excavator by using finite element method. Further assess the consequences resulting from the design modifications. The project was carried out with cooperation with NOEN, a.s.

KEYWORDS

forwarding bridge of bucket-wheel excavator, bucket-wheel excavator, stress analyse, FEM calculation, beam



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZEIZINGER, L. *Předávací most kolesového rypadla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 45 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D..



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana Ing. Přemysla Pokorného, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 27. května 2016

.....

Bc. Lukáš Zeizinger



PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Přemyslu Pokornému, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, náměty a připomínky při tvorbě diplomové práce.

Děkuji za všechny poskytnuté informace, odborné připomínky a trpělivost firmě Noen a.s. a Ing. Peteru Melicheríkovi a Ing. Jiřímu Novotnému, kteří mi dovolili nahlédnout do svých firemních postupů.

Dále děkuji svým rodičům za jejich trpělivost a podporu, kterou mi po dobu mého studia na VUT FSI v Brně poskytovali.



OBSAH

Úvod	10
1 Cíl práce.....	11
2 Stroje pro povrchové dobývání uhlí	12
2.1 Povrchový důl	12
2.2 Těžební stroje.....	12
2.3 Kolesové rypadlo KK 1300	13
2.3.1 Spodní stavba stroje.....	14
2.3.2 Otočná plošina	15
2.3.3 Koleso	15
2.3.4 Spojovací most	16
2.3.5 Podpěrný vůz	17
2.4 Technické parametry.....	17
2.5 Materiálový tok.....	18
3 Zátěžné síly.....	19
3.1 Síly způsobené gravitací	19
3.2 Přídavné síly od jeřábu	20
3.2.1 Síly aplikované na náhradu jeřábu v provozním stavu.....	20
3.2.2 Síly aplikované na náhradu jeřábu v mimoprovozním stavu	21
3.2.3 Síly aplikované na náhradu jeřábu v provozním stavu.....	21
4 Model.....	23
4.1 Zavedení náhrad a zjednodušení pro výpočet.....	23
4.1.1 Náhrada podpěrného vozu	23
4.1.2 Náhrada vahadel	24
4.1.3 Náhrada rolen mostu.....	24
4.1.4 Náhrada jeřábu.....	25
4.2 Okrajové podmínky pro MKP výpočet.....	26
5 Výpočet MKP	27
5.1 Zátěžné stavy	27
5.2 Získané výsledky	31
6 Vyhodnocení MKP výpočtu	33
6.1 Posouzení vzpěru	33
6.2 Posouzení smyku	34
6.3 Posouzení ohybového momentu a normálové síly bez vlivu klopení.....	34
6.4 Posouzení ohybového momentu a normálové síly s vlivem klopení.....	35
6.5 Posouzení ohybových momentů “y-y” a “z-z” a normálové síly	36



6.6 Posouzení prutové skupiny	38
Závěr	40
Seznam použitých zkratk a symbolů	43
Seznam příloh	45



ÚVOD

Těžba hnědého uhlí na území České republiky je centralizována do povrchových dolů. Největší z těchto dolů je důl Bílina, který spravuje společnost Severočeské doly, a.s. Drtivá většina těžební síly je vložena do kolesových rypadel. Jde o stroje s nepřetržitým pracovním cyklem, které vytěží ohromné množství skrývky nebo uhlí za jednotku času. Vzhledem, k jejich obrovské hmotnosti a rozměrech je nutné předem v návrzích počítat s montáží přímo na místě. Celý životní cyklus stroje je odhadován na 40 let.

Pohon kolesového rypadla zajišťují elektromotory. Přívodní elektrický kabel si stroj musí táhnout za sebou. Obsluhu zajišťuje pouze 5 lidí. Vždy po určitých časových intervalech dochází k odstávkám stroje, pro revizi a modernizaci.



Obr.1: Kolesové rypadlo KK1300 [1]

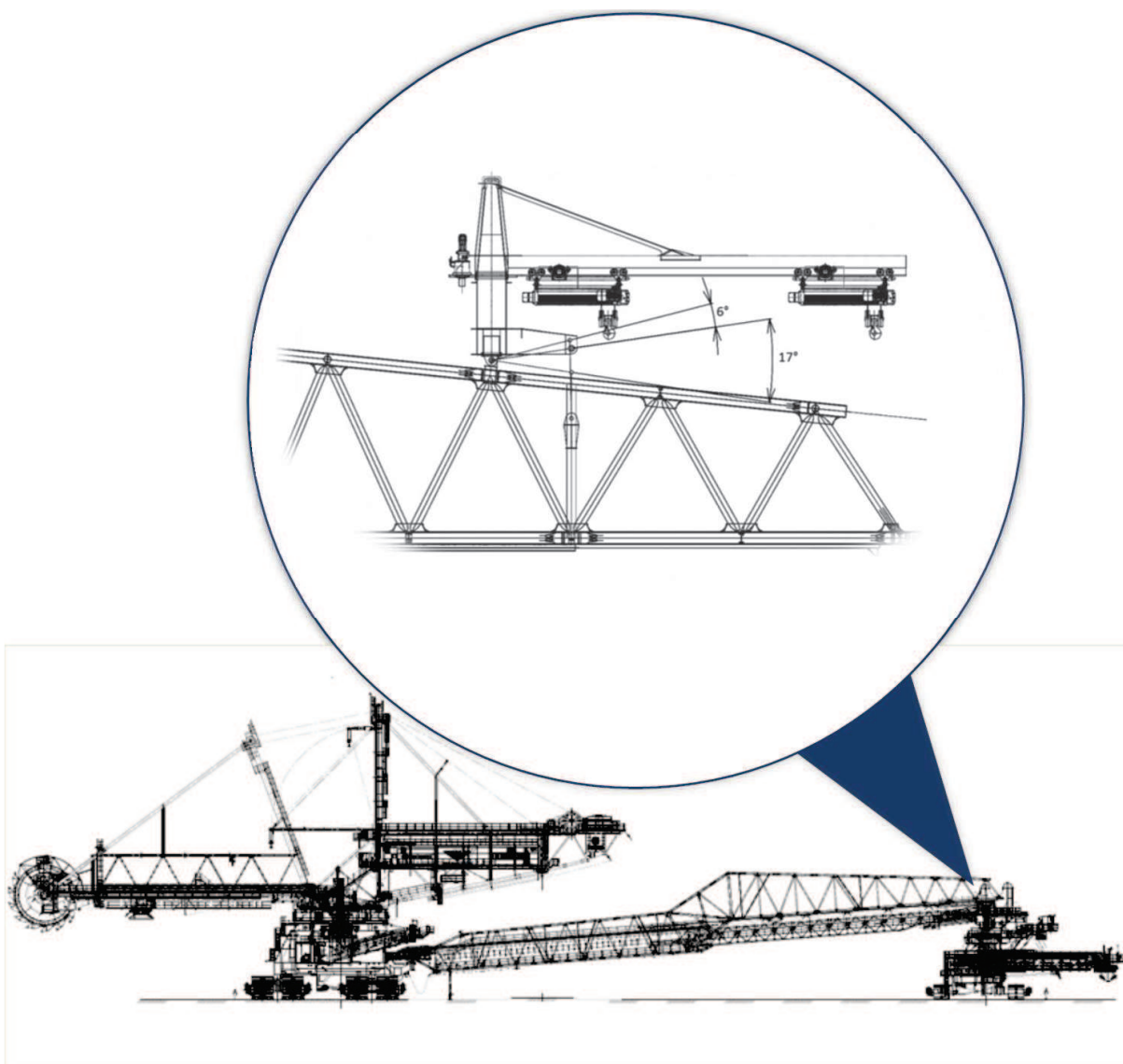
1 CÍL PRÁCE

Společnost Noen a.s. obdržela požadavek od důlní společnosti. Tento požadavek obnášel přidání 15t jeřábu na zadní část mostu překládacího výložníku kolesového rypadla KK 1300.

Cílem této práce je analyzovat přídatné napětí v ocelové konstrukci a její celkový vliv na jednotlivé pruty. Bude potřeba analyzovat veškeré přípustné zátěžné stavy jeřábu. Posoudit vhodnost použitých profilů na ocelové konstrukci výložníku, popřípadě navrhnout změnu profilu.

Základní parametry jeřábu

Maximální zatížení jeřábu	15 t
Minimální dosah výložníku	6 m



Obr.2: Schéma navrhovaného jeřábu kolesového rypadla KK1300 [2]



2 STROJE PRO POVRCHOVÉ DOBÝVÁNÍ UHLÍ

V celé lidské historii se objevovalo mnoho strojů, jenž ulehčovaly práci horníkům. Pro potřeby této práce se zaměřím pouze na kolesová rypadla, která sloužila v povrchových dolech.

2.1 POVRCHOVÝ DŮL

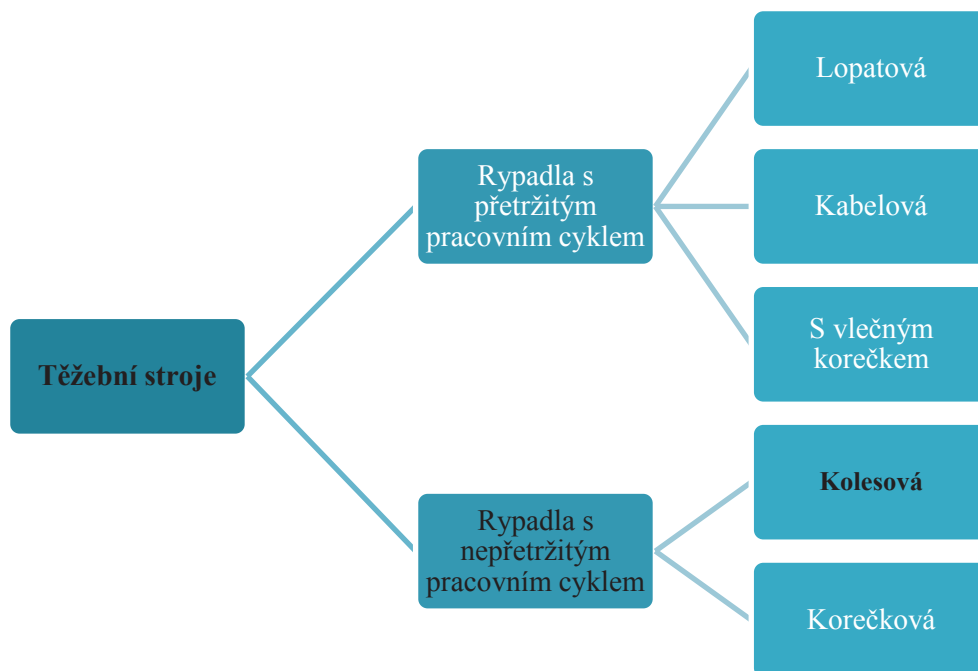
Uhlí je strategickou surovinou, bez které by současná civilizace nemohla fungovat. Proto je těžba uhlí velice důležitá a lukrativní činnost. Největší podíl těžby hnědého uhlí v ČR je soustředěn do Severočeské hnědouhelné pánve a Sokolovské pánve. Výhoda, která rozhodla pro rozmach povrchového dobývání hnědého uhlí je vysoká efektivnost a výtěžnost ložiska, a to až 97 %.

Před povrchovou těžbou je zapotřebí mnoho přípravných prací, které představují geologické, geomechanické, hydrogeologické, pedologické a další průzkumy. Posouzení střetů zájmů jednotlivých orgánů státní správy a fyzických osob. Tyto problémy jsou řešeny v komplexním dokumentu: Plán otvírky, přípravy a dobývání. Mimo jiné tento dokument vymezuje dobývací prostor, což je území, které je plánováno pro těžbu a uložení skrývkových materiálů.[3]

Dobývání je započato otvírkovými pracemi, jenž zakládají mateřský lom a zpřístupňují ložisko z povrchu. Otvírka je prováděna v místech, kde uhelná sloj vyvěrá napovrch nebo je co nejbližší povrchu. Otvírkové práce končí rozvinutím hlavní porubní fronty. Další etapou těžby je vlastní dobývání. Čím se ložisko přesouvá do větších hloubek, vzniká soustava řezů. Řez je pracovní plošina, na kterou navazuje svah. Na pracovní plošině je umístěn těžební stroj, který ze svahu dobývá skrývku či uhlí. V závislosti na hloubce ložiska a možnostech pracovních strojů vzniká kaskáda několika řezů. Velký důraz je dáván na bezpečnost strojů, její osádky, ale i svahu. Příliš příkrý svah by mohl způsobit nestabilitu nadloží a jeho ujetí, jenž by mohlo mít katastrofální důsledky. [4],[5]

2.2 TĚŽEBNÍ STROJE

Jsou dobývací stroje, které slouží k rozpojování a nakládání těženého materiálu a odkládání hlušin. Typickou vlastností těchto strojů je velmi vysoká výkonnost a účinnost.



Obr.3: Schéma zařazení stroje [6]

2.3 KOLESOVÉ RYPADLO KK 1300

Jde o rypadlo určené do nejtěžších dobývacích podmínek na 5. řezu dolu Bílina. Řez je uložen v nejhlubší části mostecké pánve těžené povrchového způsobem. Stroj se potýká s nejhůře těžitelným jílem, který je momentálně klasifikován ještě, jako těžitelný kontinuálním způsobem. Tento jíl je charakterizován vysokou hustotou (až $2,2 \frac{t}{m^3}$) a velkými soudržnými silami. Lokálně zde lze narazit na vrstvy karbonátového jílovce, který dosahuje stejných vlastností jako zdravý skalní masiv.



Obr.4: Kolesové rypadlo KK1300 při dobývání [7]



Severní část řezu se skládá z heterogenního systému různých typů jílu, které jsou místy proloženy pískovci, jenž dosahují stejné pevnosti jako karbonátový jílovec. Tyto vrstvy dosahují několika metrů, takže jejich těžba kontinuální cestou je vyloučena. Uvádí se, že průměrný objem skalních hornin netěžitelných kontinuální technologií se bude pohybovat okolo 200 000 m³ ročně. Z čehož vyplývá, že rypadlo určené do těchto podmínek musí splňovat zcela specifické požadavky.

Koncepce rypadla KK 1300 byla odvozena od osvědčené koncepce rypadla K2000. Při konstrukce stroje byla zásadní pozornost věnována tomu, aby budící frekvence dobývacího zařízení byla co nejvíce vzdálená vlastní frekvenci kmitání otočného svršku rypadla, která je dána skutečnou tuhostí částí ocelové konstrukce a rozložením hmot stroje. Převodovka pohonu kola umožňuje pracovat ve dvou módech, což spolu s frekvenčním řízením dává předpoklad k optimálnímu naladění otáček kola. První varianta pracuje s jmenovitými otáčkami $4,6 \frac{1}{min}$. Výměnou vstupního soukolí lze získat druhou variantu s jmenovitými výstupními otáčkami $5,82 \frac{1}{min}$.

Dobývací část stroje je uložena na housenicové soustavě podvozků. Ta je tvořena třemi páry housenic, jejich konstrukce je unifikovaná pro více strojů v dolu, aby byla zajištěna jednoduchá údržba a malé množství náhradních dílů ve skladu. Napínání a řízení housenic je provedeno pomocí hydraulických válců.

2.3.1 SPODNÍ STAVBA STROJE

Spodní stavba stroje je tvořena válcovou skořepinou z tlustého plechu, v jehož horní části je vytvořen kruhový nosník pro uložení kulové dráhy. Ve skořepině je z boku otvor pro průchod předávacího pasu.

Uvnitř spodní stavby stroje je umístěno:

- Dvourotorový, hydraulicky drtič s násypkou a hydraulicky ovládaným skluzem, který tlumí nárazy a usměrňuje tok materiálu za drtičem na vynášecí pas.
- Předávací pas s dopadovým místem tvořeným 5 válečkovými girlandami (5 x Ø194 x 400) zavěšenými na obou stranách na dvojici lan.
- Kabelová smyčka pro hydrauliku a jednotky centrálního mazání.
- Manipulátor pro případ nutnosti oprav strojních dílů.
- Na obvodu spodní stavby jsou umístěny kabiny, ve kterých je umístěna elektro-rozvodna, trafostanice, dílna a jídelna se sociálním zařízením.



2.3.2 OTOČNÁ PLOŠINA

Otočná plošina je tvořena uzavřeným kruhovým nosníkem, jenž je na spodní stavbě uložen na kulové dráze. Na horní pásnici jsou situována čtyři kulová uložení dolního rámu vyvažovacího výložníku, ke kterému je z jedné strany přivařena ocelová konstrukce vyvažovacího výložníku a do kterého je z druhé strany začepován kolesový výložník.

Systém 4 kulových čepů, na kterých je uložena horní stavba, chrání nosnou konstrukci rypadla proti mimořádným přetížením. Kulová dráha má průměr 16m s koulemi o průměru 200mm a je zde uložena na podkladnicích. Ty byly po svaření ocelové konstrukce spodní stavby a ocelové konstrukce otočné plošiny na montážním místě obrobena tak, aby se eliminoval budoucí průhyb konstrukce při zatížení.

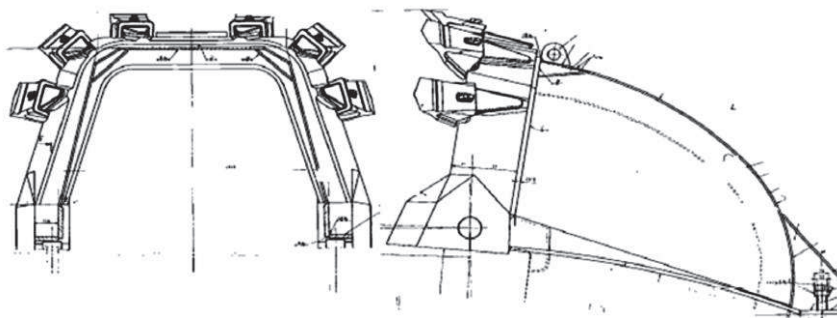
Na dobývací straně kolesového výložníku je v závěsech ocelové konstrukce uložena ve dvojici ložisek kolesová hřídel, která přenáší pouze ohybové zatížení za rotace. Krouticí moment pohonu je z převodovky na koleso přenášen pomocí membrány a šroubových spojů.

Ve vyvažovacím výložníku je umístěna strojovna, která je tlumeně zavěšena v tubusu na výkyvných závěsech, aby se kmity horní stavby nepřenášely do zařízení strojovny, kde je umístěna rozvodna a elektro-dílna. Vrátek zdvihu kolesového výložníku je umístěn v zadní části vyvažovacího výložníku a je tvořen dvěma samostatnými jednotkami (buben, převodovka, brzdy, spojka a elektrický motor), které odpovídají zdvojenému zavěšení kolesového výložníku. To umožňuje snadnou výměnu lan.

Na ose je uloženo koleso s korečky, otěrový prstenec a pohon kolesa. Na příčníku ocelové konstrukce výložníku je za kolesem uložen štít, chránící konstrukci výložníku a lávky před přepadávajícími kusy těživa z kolesa.

2.3.3 KOLESO

Koleso je bezkomorové s 15 korečky. Jsou připraveny dvě varianty koreček 1300 l s rohovými břity nebo korečky o tomtéž objemu, ale se šesti vyměnitelnými zuby.



Obr.5: Koreček o objemu 1300 l se šesti vyměnitelnými zuby [8]

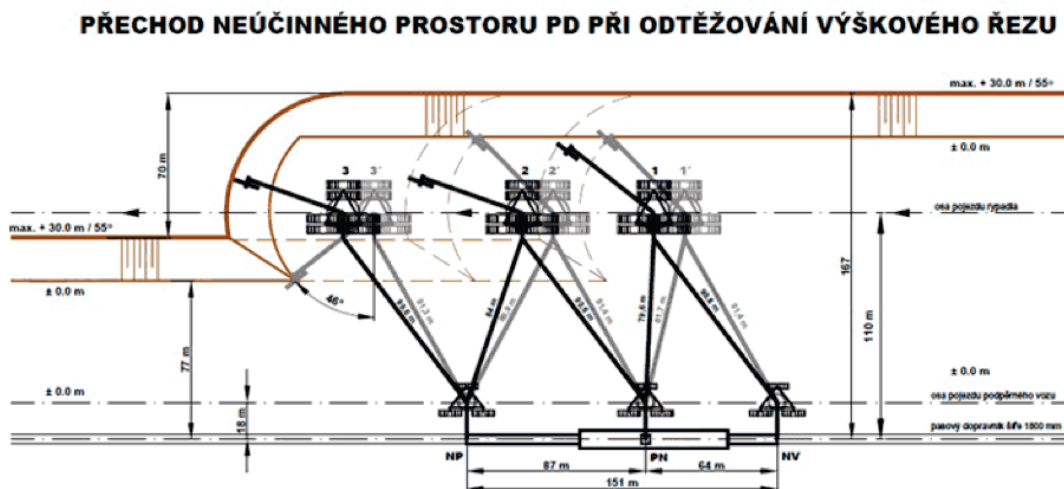
Pohon kola je proveden převodovkou se dvěma kuželovými vstupy a dělením momentu „plovoucím pastorkem“. Reakční rameno převodovky je zachyceno v ocelové konstrukci výložníku pomocí přidružených pryžových bloků. Každý vstup je poháněn nízkonapěťovým asynchronním motorem s kotvou nakrátko přes pružnou spojku Rexnord Omega a opatřeny brzdami Svendborg Brakes. Tyto brzdy slouží zároveň jako provozní, parkovací i pojistné.

Motory jsou napájeny z frekvenčního měniče s regulací otáček, což umožňuje i pomalé otáčení kola při údržbě.[8]

2.3.4 SPOJOVACÍ MOST

Spojovací most je na jedné straně uložen na kouli na spodní stavbě dobývací části, na druhé straně projíždí na vahadlech podpěrného vozu, ke kterému je připevněna teleskopická část umožňující změnu vzdálenosti mezi dobývacím strojem a podpěrným vozem v rozsahu 63m až 100m.

Teleskopická část mostu umožňuje stroji kontinuálně těžit a být stále napojený na dálkovou pásovou dopravu. Jak je možné vidět na obr. 6.



Obr.6: Technologie dobývání rypadlem KK 1300 [9]



2.3.5 PODPĚRNÝ VŮZ

Podpěrný vůz se skládá z podvozku, spodní stavby, nakládacího výložníku a otočného svršku. Nakládací výložník je výsuvný a výškově stavitelný. Na horní části podpěrného vozu je kruhová deska pro uložení kulové dráhy otočného svršku, konzole pro pohon zdvihu nakládacího výložníku a kabiny klapkaře. Pod kulovou drahou je začepován hydraulicky ovládaný kyvný skluz, který tlumí a usměrňuje tok materiálu ve středním přesypu na nakládací pas.

Na konci výložníku je uložena otočná výsypka vyrovnávaná elektro-mechanickým pohonem se šroubem, nesoucí tlumící štít nakládacího pasu a odpojitelný rám přímého nakládání na dálkovou pásovou dopravu.

Na plošině spodní stavby jsou umístěny: transformátory, elektrorozvodna, kabina hydrauliky a centrálního mazání. [8]

2.4 TECHNICKÉ PARAMETRY

Tab.1: Technické parametry stroje KK 1300 [10]

Technické parametry stroje KK 1300	
Teoretická výkonnost	5500 m ³ s.z.h ⁻¹
Měrná rozpojovací síla	192/219 kNm ⁻¹
Výkon pohonu kola	2 x 1150 kW
Jmenovité otáčky kola	5,82/4,6 min ⁻¹
Počet korečků	15
Výška řezu	30 m (bez převisu)
Sklon bočního svahu	55°
Hloubkový dosah od jezdové pláň	4 m
Šířka bloku při provozu v úrovni pásové dopravy	Až 80m
Rychlost jezdce	2,5 – 10 m.min ⁻¹
Nejmenší teoretický poloměr zatáčení rypadla	70 m
Střední tlak zdroje na podložku	0,125 MPa
Převýšení jezdových rovin hlavního a podpěrného podvozku	± 15m
Celková hmotnost	4 977 000 kg



2.5 MATERIÁLOVÝ TOK

Materiálový tok začíná na kolese stroje. Koleso stroje je osazeno korečky, které po roztočení kola začnou ukrajovat třísku horniny ve svahu před sebou. Vytěžený materiál se z kola převádí na kolesový pásový dopravník, který odvádí materiál do středu stroje. Vytěžený materiál ve středu stroje narazí na štít.

Po odrazu ze štítu padá do bubnového drtiče. Dále je materiál převáděn na krátký pásový dopravník ve středu stroje na otočné desce, jenž navazuje na pásový dopravník překládacího výložníku. Poté se materiál převádí přes podpěrný vůz a dále přepadá na nakládací výložník, jenž končí přepadem na dálkovou pásovou dopravu.



3 ZÁTĚŽNÉ SÍLY

Pro veškeré své výpočty budu předpokládat smluvenou střední hodnotu gravitačního zrychlení $g = -9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Napětí, které je dáno jako vstupní, vychází z předchozích výpočtů. Tyto výpočty zahrnují veškeré přípustné zátěžné stavy a pro moji analýzu použiji vždy nejhorší stav pro daný prut.

V předchozích výpočtech byla konstrukce zatížena [11]:

- Vlastní tíhou
- Vlastní tíhou v podélném vodorovném směru
- Vlastní tíhou v příčném vodorovném směru
- Vlastní tíhou mechanických částí
- Vlastní tíhou mechanických částí v podélném vodorovném směru
- Vlastní tíhou mechanických částí v příčném vodorovném směru
- Tahem v pásu a lanech
- Tíha těživa ve svislém směru
- Tíha těživa v podélném vodorovném směru
- Tíha těživa v příčném vodorovném směru
- Tíha zašpinění ve svislém směru
- Tíha zašpinění v podélném vodorovném směru
- Tíha zašpinění v příčném vodorovném směru
- Zatížení od větru
- Užitná nosnost

3.1 SÍLY ZPŮSOBENÉ GRAVITACÍ

Tíha mechaniky jeřábu

Hmotnost jeřábové mechaniky byla zadána a to jmenovitou hodnotou 2025kg. Pro zohlednění případných výrobních odchylek a malých konstrukčních úprav jsem zvolil koeficient $\gamma_g = 1,1$.



Mezní polohy kočky

Z konstrukčních důvodů musí být umožněn pojezd kočky od středu věže do vzdálenosti 10 700 mm, aby byl zaručený zdvih 10m. V této poloze je požadováno, aby jeřáb měl únosnost 8t. [12]

Pro dosah 8m od středu věže je požadovaná nosnost 10,5t.

Pro dosah 6m od středu věže je požadovaná nosnost 15t.

Pro zohlednění případného přetížení jeřábu volím součinitel hmotnosti jmenovitého břemene $\gamma_{10}=1,2$.

3.2 PŘÍDAVNÉ SÍLY OD JEŘÁBU

Hmotnost jeřábu byla zadána a to jmenovitou hodnotou 5800 kg.

Dodatečné síly, které se na jeřábu mohou vyskytnout, jsou dále v kapitole 5. podrobněji rozebrány.

Veškeré tyto síly jsou zohledněné v normě ČSN 27 0103, podle které budu vše posuzovat.

- zdvihová třída H1
 - druh provozu D1
 - spektrum napětí S1
 - provozní skupina J2
- povoz příležitostný, nepravidelný, s dlouhými přestávkami

3.2.1 SÍLY APLIKOVANÉ NA NÁHRADU JEŘÁBU V PROVOZNÍM STAVU

Úhlová rychlost je definovaná jako časová změna středového úhlu opsaného otáčejícím se průvodičem kolmým k ose otáčení

$$n = 0.275 \frac{ot}{min}, r_{max} = 10 \text{ m} \quad (3.1)$$

$$\omega = \frac{n}{60 \cdot 2 \cdot \pi} = 0,0288 \frac{rad}{s} \quad (3.2)$$

kde ω je úhlová rychlost, n jsou otáčky za minutu, π je matematická konstanta, jenž udává poměr obvodu jakéhokoli kruhu v eukleidovské rovině vůči jeho průměru.



Dostředivé zrychlení při rovnoměrném pohybu po kružnici.

$$a_n = r \cdot \omega^2 = 0,00829 \frac{m}{s^2} \quad (3.3)$$

kde a_n je dostředivé zrychlení, r poloměr otáčení a ω úhlová rychlost.[13]

Další síly aplikované na náhradu jeřábu v provozním stavu:

- Vlastní tíhou jeřábu
- Vlastní tíhou v podélném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou v příčném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v podélném vodorovném směru
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v příčném vodorovném směru
- Tíha zašpinění ve svislém směru
- Tíha zašpinění v podélném vodorovném směru
- Tíha zašpinění v příčném vodorovném směru
- Zatížení od větru
- Užitná nosnost (předepsané břemeno pro dané vyložení)

3.2.2 SÍLY APLIKOVANÉ NA NÁHRADU JEŘÁBU V MIMOPROVOZNÍM STAVU

- Vlastní tíhou jeřábu
- Vlastní tíhou v podélném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou v příčném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v podélném vodorovném směru
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v příčném vodorovném směru
- Tíha zašpinění ve svislém směru
- Tíha zašpinění v podélném vodorovném směru
- Tíha zašpinění v příčném vodorovném směru
- Zatížení od větru
- Zatížení od námrazy

3.2.3 SÍLY APLIKOVANÉ NA NÁHRADU JEŘÁBU V PROVOZNÍM STAVU

- Vlastní tíhou jeřábu
- Vlastní tíhou v podélném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou v příčném vodorovném směru jeřábu
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu



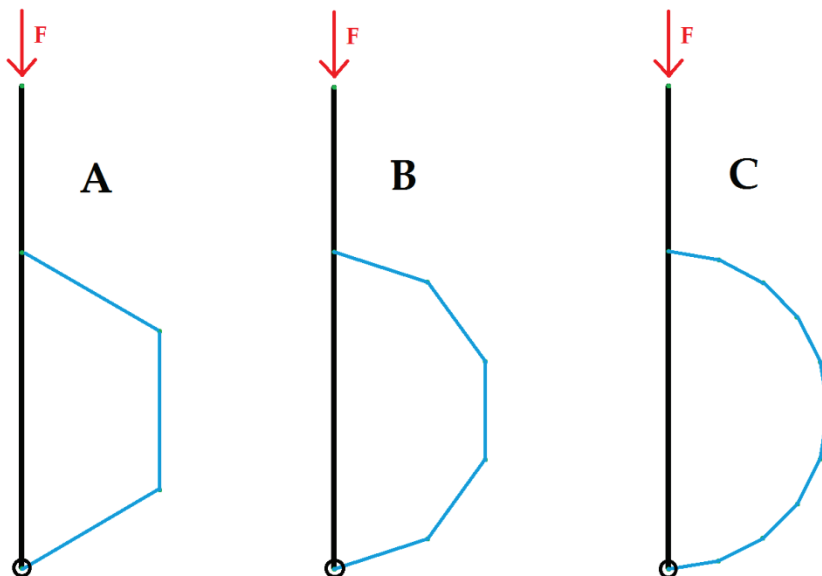
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v podélném vodorovném směru
- Vlastní tíhou mechanických částí jeřábu v příčném vodorovném směru
- Tíha zašpinění ve svislém směru
- Tíha zašpinění v podélném vodorovném směru
- Tíha zašpinění v příčném vodorovném směru
- Zatížení od extrémního větru
- Zatížení od námrazy
- Užitná nosnost (předepsané břemeno pro dané vyložení)



4 MODEL

4.1 ZAVEDENÍ NÁHRAD A ZJEDNODUŠENÍ PRO VÝPOČET

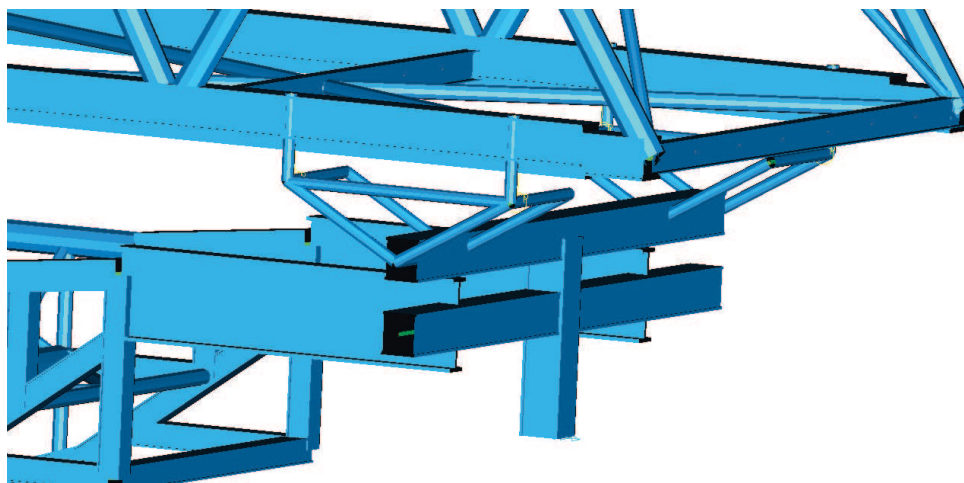
Pro tuto velkorozměrnou konstrukci jsem zvolil přístup prutového modelu, jenž dostatečně redukuje množství prvků použitých v modelu. Optimální rozsah prvků na jeden prut je mezi 5 – 10 prvky. [14]



Obr.7: A) Prut o 3 prvcích zatížený silou F , B) prut o 5 prvcích zatížený silou F , C) prut o 10 prvcích zatížený silou F

4.1.1 NÁHRADA PODPĚRNÉHO VOZU

Podpěrný vůz byl modelován pro reálnější rozložení napětí. Náhrada podpěrného vozu je znázorněna níže na Obr. 7. Osa podpěrného vozu je tvořena vertikálním prutem, jenž spojuje horizontální pruty, které představují uložení pro teleskop a uložení vahadel podpěrného vozu.

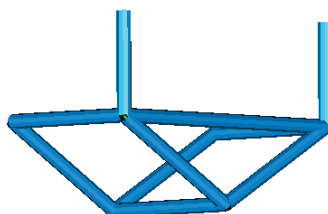


Obr.8: Náhrada podpěrného vozu



4.1.2 NÁHRADA VAHADEL

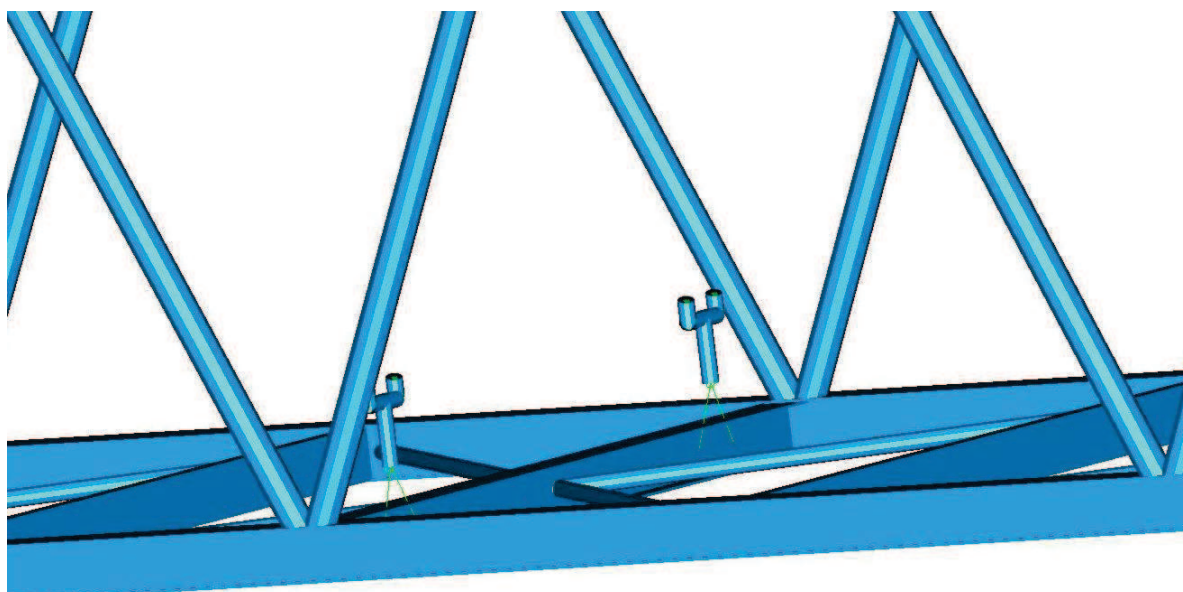
Náhrada nákolku pojezdového kola je realizovaná horizontálním prutem. Pro vedení po kolejnici je vytvořena náhrada okolku a to vertikálními pruty. To zajišťuje vedení celého teleskopu a simuluje přičení vahadel vůči mostu.



Obr.9: Náhrada vahadla

4.1.3 NÁHRADA ROLEN MOSTU

Náhrada nákolku rolen na mostu je realizovaná horizontálním prutem stejně jako v případě 4.1.2 náhrady vahadla. Náhrada je přichycena pomocí vertikálního prutu a RB2 prvku, který omezuje veškeré translace, ale nepřenáší moment shodný se směrem osy rolny, čímž nahrazuje funkční rolnu.

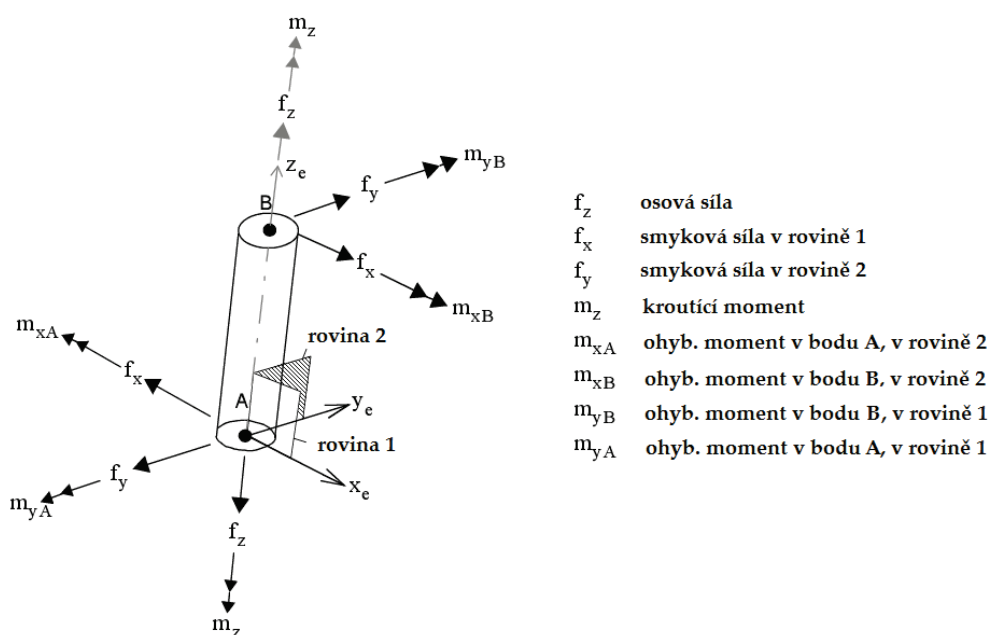


Obr.10: Náhrada rolen mostu

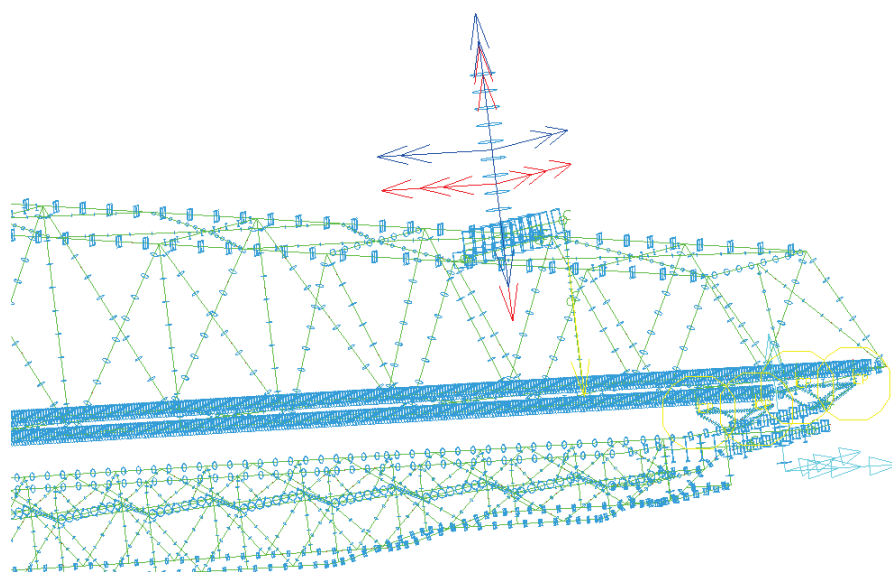
4.1.4 NÁHRADA JEŘÁBU

Věž jeřábu jsem nahradil prutem složeného z 12 prvků beam (terminologie programu NS-Ideas), jimž jsem přidělil profil, který odpovídá střední hodnotě reálného profilu. Všechny síly a momenty jsem vztahoval vůči střednici tohoto prvku.

Tíhový vliv jeřábové sestavy a břemene, vychází ze statické rovnováhy a statické ekvivalence. Vektor zástupné síly směřující z těžiště jsem nahradil silou a ekvivalentním momentem.



Obr.11: Element zatížený prostorovou silou, která je rozložena na elementární složky sil [15]



Obr.12: Síly a momenty zatěžující náhradu jeřábu

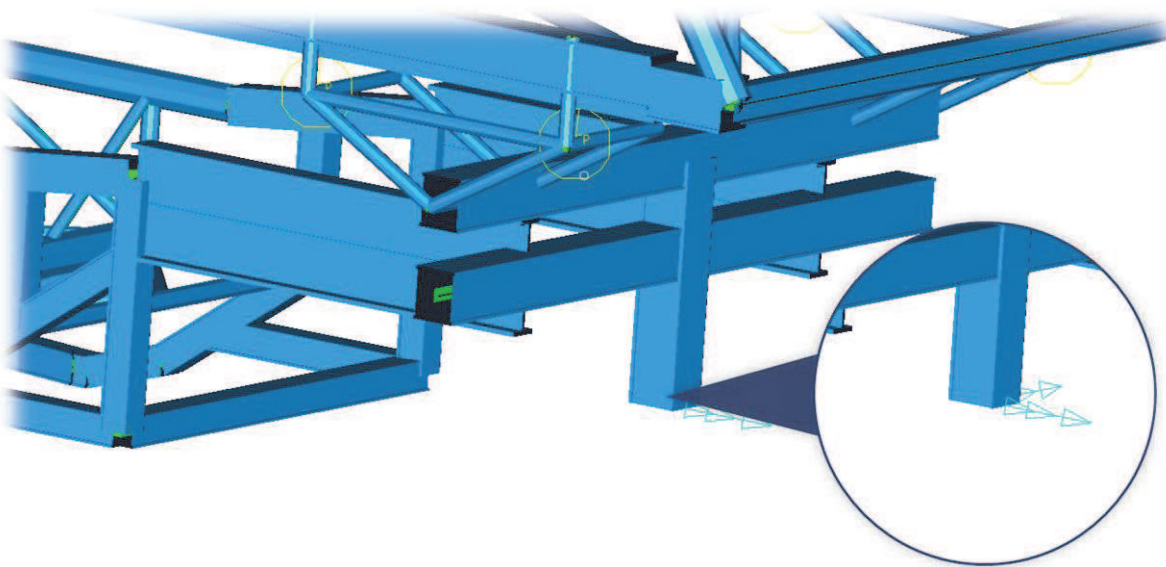
4.2 OKRAJOVÉ PODMÍNKY PRO MKP VÝPOČET

Těmito okrajovými podmínkami zamezují translaci nebo rotaci určitého prvku v dané souřadnici. Pro uložení mostu na střední část kolesového rypadla je zvolený kulový čep, kterým jsem nahradil vazbou, jenž jsem zamezil translaci ve směru $[x,y,z]$, ale umožnil rotaci podle osy $[R_x,R_y,R_z]$.

Pro uložené teleskopické části mostu jsou použité vodorovné čepy, které spojují teleskop a podpěrný vůz.

Náhrada podpěrného vozu má omezené všechny 3 translace $[x,y,z]$ a rotace $[R_x,R_y]$. To umožňuje natáčení okolo osy z .

Náklon v horizontálním nebo příčném směru stroje je proveden pomocí statického rozkladu sil v patřičném směru.

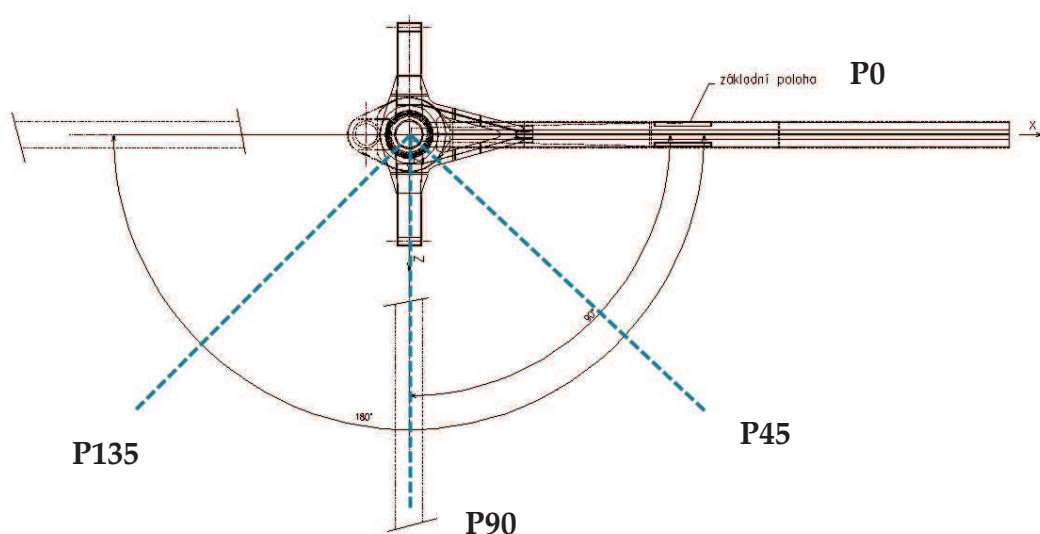


Obr.13: Detail vazby náhrady podpěrného vozu

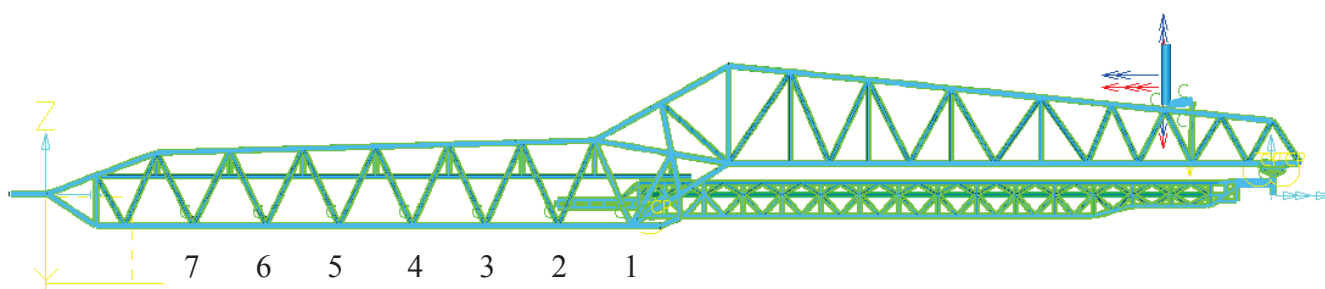
5 VÝPOČET MKP

5.1 ZÁTĚŽNÉ STAVY

V níže uvedených Tab. 2–4 jsou zpracované provozní stavy jeřábu, mimoprovozní stavy jeřábu a mimořádné stavy. Z důvodu potenciální lidské chyby jsem započítal i stavy, které jsou běžně zakázané, ale nelze je naprosto vyloučit, např. parkovací pozice jeřábu v poloze P45 – P135 při mimoprovozním a mimořádném stavu.



Obr.14: Základní polohy jeřábu [12]



Obr.15: Základní polohy teleskopu vůči mostu



Tab.2: Provozní stavy jeřábu

Poloha jeřábu	Hmotnost břemene	Náklon	Vítr	Most 1	Most 2	Most 3	Most 4	Most 5	Most 6	Most 7
P0	8t	6°	x	Z1	Z73	Z145	Z217	Z289	Z361	Z433
			y	Z2	Z74	Z146	Z218	Z290	Z362	Z434
		0°	x	Z3	Z75	Z147	Z219	Z291	Z363	Z435
			y	Z4	Z76	Z148	Z220	Z292	Z364	Z436
		-17°	x	Z5	Z77	Z149	Z221	Z293	Z365	Z437
			y	Z6	Z78	Z150	Z222	Z294	Z366	Z438
	10,5t	6°	x	Z7	Z79	Z151	Z223	Z295	Z367	Z439
			y	Z8	Z80	Z152	Z224	Z296	Z368	Z440
		0°	x	Z9	Z81	Z153	Z225	Z297	Z369	Z441
			y	Z10	Z82	Z154	Z226	Z298	Z370	Z442
		-17°	x	Z11	Z83	Z155	Z227	Z299	Z371	Z443
			y	Z12	Z84	Z156	Z228	Z300	Z372	Z444
	15t	6°	x	Z13	Z85	Z157	Z229	Z301	Z373	Z445
			y	Z14	Z86	Z158	Z230	Z302	Z374	Z446
		0°	x	Z15	Z87	Z159	Z231	Z303	Z375	Z447
			y	Z16	Z88	Z160	Z232	Z304	Z376	Z448
		-17°	x	Z17	Z89	Z161	Z233	Z305	Z377	Z449
			y	Z18	Z90	Z162	Z234	Z306	Z378	Z450
P45	8t	6°	x	Z19	Z91	Z163	Z235	Z307	Z379	Z451
			y	Z20	Z92	Z164	Z236	Z308	Z380	Z452
		0°	x	Z21	Z93	Z165	Z237	Z309	Z381	Z453
			y	Z22	Z94	Z166	Z238	Z310	Z382	Z454
		-17°	x	Z23	Z95	Z167	Z239	Z311	Z383	Z455
			y	Z24	Z96	Z168	Z240	Z312	Z384	Z456
	10,5t	6°	x	Z25	Z97	Z169	Z241	Z313	Z385	Z457
			y	Z26	Z98	Z170	Z242	Z314	Z386	Z458
		0°	x	Z27	Z99	Z171	Z243	Z315	Z387	Z459
			y	Z28	Z100	Z172	Z244	Z316	Z388	Z460
		-17°	x	Z29	Z101	Z173	Z245	Z317	Z389	Z461
			y	Z30	Z102	Z174	Z246	Z318	Z390	Z462
	15t	6°	x	Z31	Z103	Z175	Z247	Z319	Z391	Z463
			y	Z32	Z104	Z176	Z248	Z320	Z392	Z464
		0°	x	Z33	Z105	Z177	Z249	Z321	Z393	Z465
			y	Z34	Z106	Z178	Z250	Z322	Z394	Z466
		-17°	x	Z35	Z107	Z179	Z251	Z323	Z395	Z467
			y	Z36	Z108	Z180	Z252	Z324	Z396	Z468
	.	.	X	Z37	Z109	Z181	Z253	Z325	Z397	Z469
		.	Y							
		.		Z72	Z144	Z216	Z288	Z360	Z432	Z504



Tab.3: Mimoprovozní stav jeřábu

Poloha jeřábu	Povětrnostní podmínky	Náklon	Vítr	Most 1	Most 2	Most 3	Most 4	Most 5	Most 6	Most 7
P0	Námraza	6°	x	N1	N73	N145	N217	N289	N361	N433
			y	N2	N74	N146	N218	N290	N362	N434
		0°	x	N3	N75	N147	N219	N291	N363	N435
			y	N4	N76	N148	N220	N292	N364	N436
		-17°	x	N5	N77	N149	N221	N293	N365	N437
			y	N6	N78	N150	N222	N294	N366	N438
	Sníh	6°	x	N7	N79	N151	N223	N295	N367	N439
			y	N8	N80	N152	N224	N296	N368	N440
		0°	x	N9	N81	N153	N225	N297	N369	N441
			y	N10	N82	N154	N226	N298	N370	N442
		-17°	x	N11	N83	N155	N227	N299	N371	N443
			y	N12	N84	N156	N228	N300	N372	N444
	Námraza + Sníh	6°	x	N13	N85	N157	N229	N301	N373	N445
			y	N14	N86	N158	N230	N302	N374	N446
		0°	x	N15	N87	N159	N231	N303	N375	N447
			y	N16	N88	N160	N232	N304	N376	N448
		-17°	x	N17	N89	N161	N233	N305	N377	N449
			y	N18	N90	N162	N234	N306	N378	N450
P45	Námraza	6°	x	N19	N91	N163	N235	N307	N379	N451
			y	N20	N92	N164	N236	N308	N380	N452
		0°	x	N21	N93	N165	N237	N309	N381	N453
			y	N22	N94	N166	N238	N310	N382	N454
		-17°	x	N23	N95	N167	N239	N311	N383	N455
			y	N24	N96	N168	N240	N312	N384	N456
	Sníh	6°	x	N25	N97	N169	N241	N313	N385	N457
			y	N26	N98	N170	N242	N314	N386	N458
		0°	x	N27	N99	N171	N243	N315	N387	N459
			y	N28	N100	N172	N244	N316	N388	N460
		-17°	x	N29	N101	N173	N245	N317	N389	N461
			y	N30	N102	N174	N246	N318	N390	N462
	Námraza + Sníh	6°	x	N31	N103	N175	N247	N319	N391	N463
			y	N32	N104	N176	N248	N320	N392	N464
		0°	x	N33	N105	N177	N249	N321	N393	N465
			y	N34	N106	N178	N250	N322	N394	N466
		-17°	x	N35	N107	N179	N251	N323	N395	N467
			y	N36	N108	N180	N252	N324	N396	N468
	.	.	X	N37	N109	N181	N253	N325	N397	N469
		.	Y							
		.		N72	N144	N216	N288	N360	N432	N504



Tab.4: Mimořádný stav jeřábu

Poloha jeřábu	Povětrnostní podmínky	Náklon	Extrémní Vítr	Most 1	Most 2	Most 3	Most 4	Most 5	Most 6	Most 7
P0	Námraza	6°	x	N1	M73	M145	M217	M289	M361	M433
			y	M2	M74	M146	M218	M290	M362	M434
		0°	x	M3	M75	M147	M219	M291	M363	M435
			y	M4	M76	M148	M220	M292	M364	M436
		-17°	x	M5	M77	M149	M221	M293	M365	M437
			y	M6	M78	M150	M222	M294	M366	M438
	Sníh	6°	x	M7	M79	M151	M223	M295	M367	M439
			y	M8	M80	M152	M224	M296	M368	M440
		0°	x	M9	M81	M153	M225	M297	M369	M441
			y	M10	M82	M154	M226	M298	M370	M442
		-17°	x	M11	M83	M155	M227	M299	M371	M443
			y	M12	M84	M156	M228	M300	M372	M444
	Námraza + Sníh	6°	x	M13	M85	M157	M229	M301	M373	M445
			y	M14	M86	M158	M230	M302	M374	M446
		0°	x	M15	M87	M159	M231	M303	M375	M447
			y	M16	M88	M160	M232	M304	M376	M448
		-17°	x	M17	M89	M161	M233	M305	M377	M449
			y	M18	M90	M162	M234	M306	M378	M450
P45	Námraza	6°	x	M19	M91	M163	M235	M307	M379	M451
			y	M20	M92	M164	M236	M308	M380	M452
		0°	x	M21	M93	M165	M237	M309	M381	M453
			y	M22	M94	M166	M238	M310	M382	M454
		-17	x	M23	M95	M167	M239	M311	M383	M455
			y	M24	M96	M168	M240	M312	M384	M456
	Sníh	6°	x	M25	M97	M169	M241	M313	M385	M457
			y	M26	M98	M170	M242	M314	M386	M458
		0°	x	M27	M99	M171	M243	M315	M387	M459
			y	M28	M100	M172	M244	M316	M388	M460
		-17	x	M29	M101	M173	M245	M317	M389	M461
			y	M30	M102	M174	M246	M318	M390	M462
	Námraza + Sníh	6°	x	M31	M103	M175	M247	M319	M391	M463
			y	M32	M104	M176	M248	M320	M392	M464
		0°	x	M33	M105	M177	M249	M321	M393	M465
			y	M34	M106	M178	M250	M322	M394	M466
		-17	x	M35	M107	M179	M251	M323	M395	M467
			y	M36	M108	M180	M252	M324	M396	M468
	.	.	X	M37	M109	M181	M253	M325	M397	M469
		.	Y							
		.		M72	M144	M216	M288	M360	M432	M504



5.2 ZÍSKANÉ VÝSLEDKY

Modely mostu a teleskopu v průběhu všech výpočtů zůstaly nezměněné. Náhrada zasouvání a vysouvání teleskopu probíhala matematickým svázáním daných uzlů pomocí „constraint“ setů.

Jednotlivé výpočty tvořily sady výsledků, které jsem zařazoval do jednotné datové knihovny. Z všech výpočtů jsem pro každý prut vzal nejnepříznivější hodnoty a ty dále analyzoval.

I-DEAS Visualizer

Display 1

Sestava

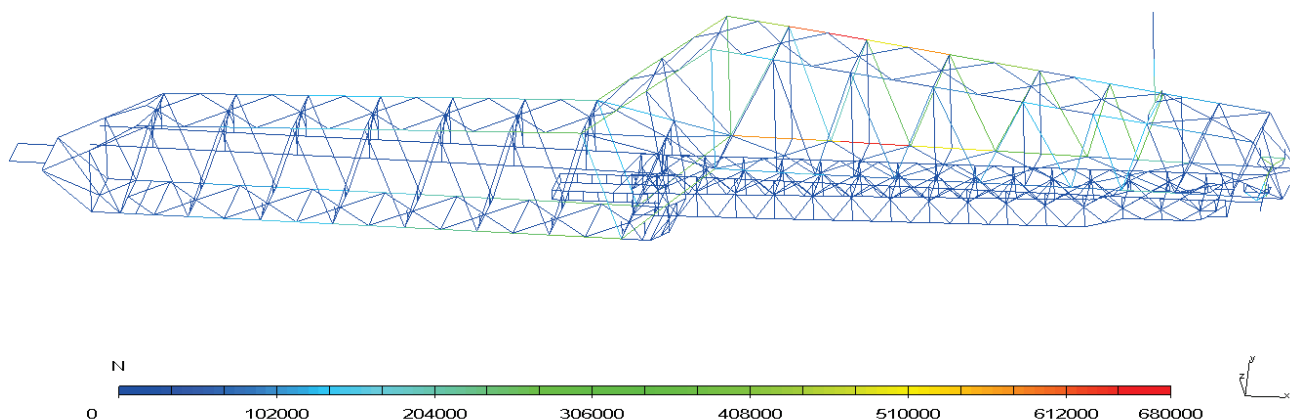
B.C. 204,ELEMENT FORCE 370,P90-10,5T-17

ELEMENT FORCE Magnitude Unaveraged Top shell

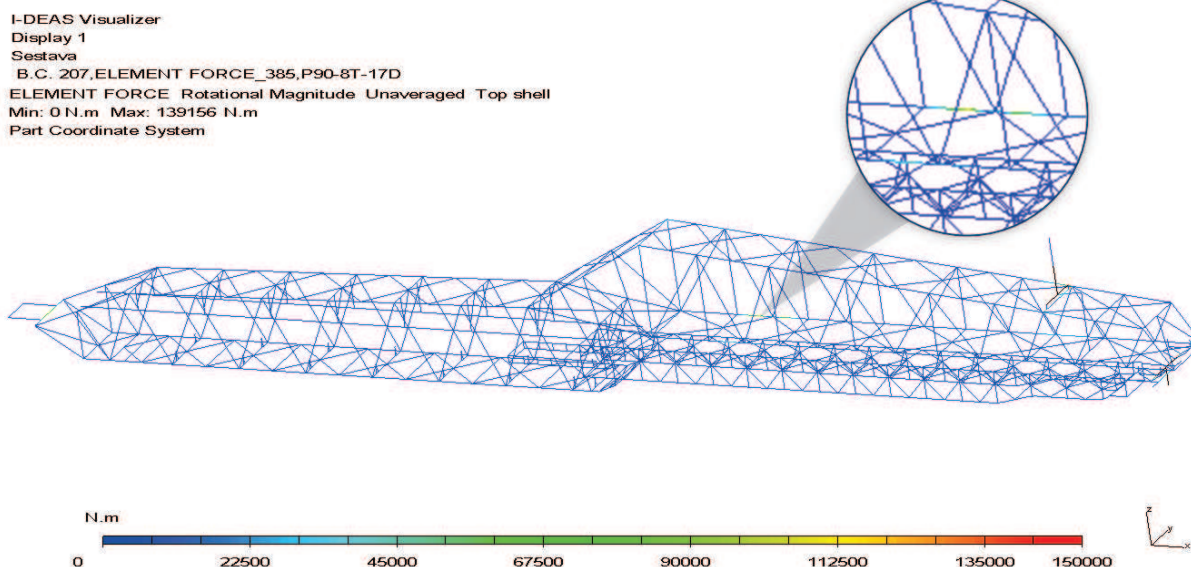
Min: 0 N Max: 679332 N

B.C. 204,DISPLACEMENT_366,P90-10,5T-17D

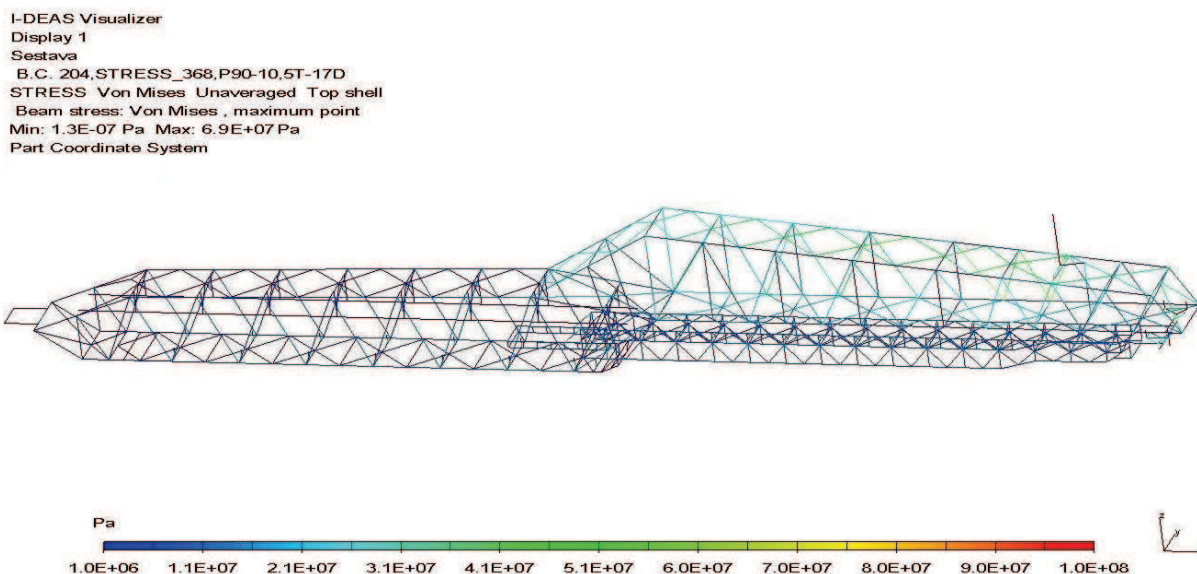
Element Coordinate System



Obr.16: Z479 - poloha (Most 7), natočení jeřábu P90, hmotnost břemene 10,5 t, náklon -17° , vítr - lokální souřadnice jeřábu v ose y, měřítko deformace modelu 1, rozsah zobrazených osových sil 0 – 680 kN, maximální síly 679 kN



Obr. 17: Z479 - poloha (Most 7), natočení jeřábu P90, hmotnost břemene 10,5 t, náklon -17°, vítr - lokální souřadnice jeřábu v ose y, měřítko deformace modelu 1, rozsah zobrazených ohybových momentů 0 – 150 kNm, maximální síly 139 kNm



Obr. 18: Z479 - poloha (Most 7), natočení jeřábu P90, hmotnost břemene 10,5 t, náklon -17°, vítr - lokální souřadnice jeřábu v ose y, měřítko deformace modelu 1, redukované napětí podle podmínky HMM, rozsah zobrazeného napětí 1 – 100 MPa, maximální napětí 69 MPa

6 VYHODNOCENÍ MKP VÝPOČTU

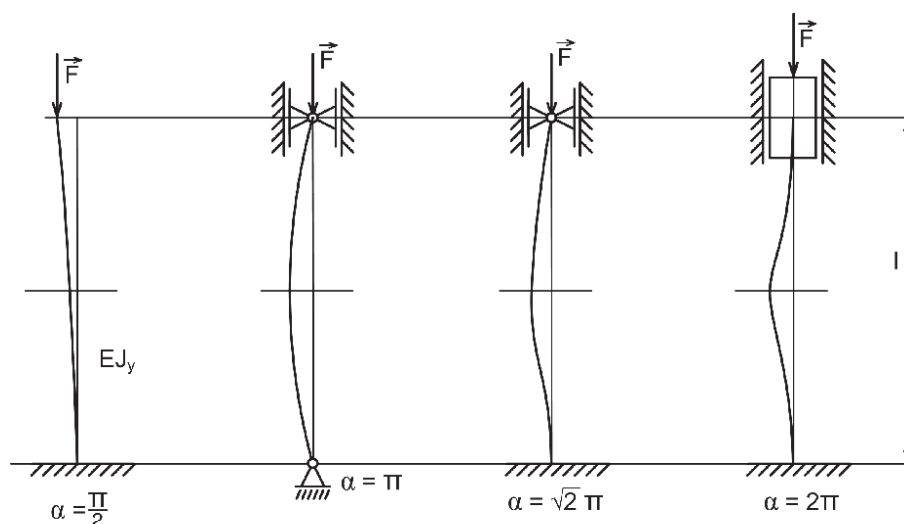
Po podrobné analýze veškerých dat získaných MKP výpočtem, jsem podle normy ČSN 73 1401 vytvořil posudek na jednotlivé prutové skupiny, které mají stejné průřezové charakteristiky.

Zvlášť jsem rozdělil mostovou konstrukci a teleskopickou část, které jsou součástí příloha 1 a 2.

6.1 POSOUZENÍ VZPĚRU

Mezním stavem vzpěrné stability rozumíme stav, kdy se změní charakter podstatné deformace a to ze stlačování na ohyb[16].

Vliv uložení na velikost kritické síly F_v nebo kritické délky prutu L_{cr} je podstatný. Podle druhu uložení rozeznáváme čtyři případy Eulerova vzpěru.[17]



Obr.19: Základní druhy uložení prutu [18]

Štíhlost prutu je definovaná následovně

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} \quad (6.1)$$

kde λ je štíhlost prutu, L_{cr} je kritická délka prutu a i je poloměr kvadratického momentu.

Mezní štíhlost definujeme vzorcem

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\alpha^2 \cdot E}{f_y}} \quad (6.2)$$



kde $\bar{\lambda}$ je globální mezní štíhlost, α je součinitel způsobu uložení prutu, E je modul pružnosti v tahu a f_y mez kluzu

$$i_k = \sqrt{\frac{J_k}{A_{vz}}} \quad (6.3)$$

kde i_k je poloměr kvadratického momentu, J_k je kvadratický moment k dané ose a A_{vz} je efektivní plocha průřezu [11].

6.2 POSOUZENÍ SMYKU

Smyková síla na daném prutu V_{sd} musí být menší nebo stejně velká jako navrhovaná plastická únosnost ve smyku $V_{pl.Rd}$.

$$V_{sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad (6.4)$$

kde A_v je smyková plocha, f_{yk} mez kluzu pro danou ocel a γ_{M0} je globální dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu).

6.3 POSOUZENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A NORMÁLOVÉ SÍLY BEZ VLIVU KLOPENÍ

Posudek ohybového momentu a normálové síly je podle normy ČSN 73 1401, koncipován jako sumace poměrů využití profilu od jednotlivých zatížení.

$$A^* = A - \rho \cdot A_v \quad (6.5)$$

kde A^* je účinná plocha průřezu, A je nosná plocha průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku krouťícího momentu a A_v je smyková plocha.

$$W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) \quad (6.6)$$

kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu a ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku krouťícího momentu.

$$W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w}\right) \quad (6.7)$$

kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku krouťícího momentu, A_v je smyková plocha a t_w je návrhový poloměr smykového napětí od vázaného kroucení.



$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1 \quad (6.8)$$

kde N_{Sd} je návrhová osová síla, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), χ_{min} je minimální součinitel vzpěrnosti pro příslušný způsob vybočení, A^* je účinná plocha průřezu, f_y mez kluzu, k_y je součinitel interakce vůči ose "y-y", M_{Sd} je návrhový ohybový moment, γ_{M1} je dílčí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu, W^* je plastický účinný modul průřezu a f_y je mez kluzu

resp.

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1 \quad (6.9)$$

kde N_{Sd} je návrhová osová síla, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), χ_{min} je minimální součinitel vzpěrnosti pro příslušný způsob vybočení, A^* je účinná plocha průřezu, f_y mez kluzu, k_z je součinitel interakce vůči ose "z-z", M_{Sd} je návrhový ohybový moment, γ_{M1} je dílčí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu, W^* je plastický účinný modul průřezu a f_y je mez kluzu.

6.4 POSOUZENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A NORMÁLOVÉ SÍLY S VLIVEM KLOPENÍ

$$A^* = A - \rho \cdot A_V \quad (6.10)$$

kde A^* je účinná plocha průřezu, A je nosná plocha průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu a A_V je smyková plocha.

$$W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) \quad (6.11)$$

kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu a ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu.

$$W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_w}\right) \quad (6.12)$$



kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu, A_V je smyková plocha a t_W je návrhový poloměr smykového napětí od vázaného kroucení.

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1 \quad (6.13)$$

kde N_{Sd} je návrhová osová síla, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), χ_z je součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose "z-z", A^* je účinná plocha průřezu, f_y mez kluzu, k_{LT} je opravný součinitel klopení, M_{Sd} je návrhový ohybový moment, γ_{M1} je dílčí součinitel únosnosti průřezu při posuzování stability prutu, χ_{LT} je součinitel klopení, W^* je plastický účinný modul průřezu a f_y je mez kluzu.

6.5 POSOUZENÍ OHYBOVÝCH MOMENTŮ "Y-Y" A "Z-Z" A NORMÁLOVÉ SÍLY

Posudek ohybového momentu a normálové síly, pro ohybový moment "y-y" a "z-z".

$$A^* = A - \rho \cdot A_V \quad (6.14)$$

kde A^* je účinná plocha průřezu, A je nosná plocha průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu a A_V je smyková plocha.

$$W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) \quad (6.15)$$

kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu a ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu.

$$W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) \quad (6.16)$$

kde W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu, W_{pl} je plastický modul průřezu, ρ je redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku kroutícího momentu, A_V je smyková plocha a t_W je návrhový poloměr smykového napětí od vázaného kroucení.

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (6.17)$$



kde N_{sd} je návrhová osová síla, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), χ_{min} je minimální součinitel vzpěrnosti, A^* je účinná plocha průřezu, f_{yk} mez kluzu, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), k_y je součinitel interakce vůči ose "y-y", $M_{y,sd}$ je návrhový ohybový moment vůči ose "y-y", k_z je součinitel interakce vůči ose "z-z", $M_{z,sd}$ je návrhový ohybový moment vůči ose "z-z", W_{pl}^* je plastický účinný modul průřezu a f_{yk} mez kluzu

$$\frac{N_{sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (6.18)$$

kde N_{sd} je návrhová osová síla, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), χ_{min} je minimální součinitel vzpěrnosti, A^* je účinná plocha průřezu, f_{yk} mez kluzu, γ_{M1} je zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu), k_y je součinitel interakce vůči ose "y-y", $M_{y,sd}$ je návrhový ohybový moment vůči ose "y-y", k_z je součinitel interakce vůči ose "z-z", $M_{z,sd}$ je návrhový ohybový moment vůči ose "z-z", W_{el}^* je plastický účinný modul průřezu a f_{yk} mez kluzu [19].



6.6 POSOUZENÍ PRUTOVÉ SKUPINY

Posuzovaný prut:

Diagonály **D4**Profil: **Tr 219x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
219	8	5303	3376	2,955·10 ⁷	74,7	2,699·10 ⁵	3,563·10 ⁵	5,902·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	5	0,33	5,33	kNm
M_z	1	0,15	1,15	kNm
N	-530	-44,5	-574,5	kN
Q	2	0,2	2,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27,375 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	7400	a	99,063	1,30	0,47	0,47
Z	7400	a	99,063	1,30	0,47	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,5	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,5	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 601,689 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 300,845 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5303 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 356339 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,563 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$



$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,747	+	0,074	=	0,821	≤	1

Vyhovuje

Posouzení dalších prutových skupin je součástí přílohy 1 a 2.



ZÁVĚR

Cílem této práce bylo rámcově nastínit, jak velký bude mít vliv jeřáb na ocelovou konstrukci překládacího mostu. Pro mou analýzu jsem zpracoval 1512 zátěžných stavů na 104 prutových skupinách, které jsou součástí přílohy 1 až 5.

Zvolil jsem metodu, jenž vycházela z původních výpočtů stroje. Na tyto výpočty jsem navázal při posuzování jednotlivých nových zátěžných stavů prutů ocelové konstrukce. Tyto nové zátěžné stavy prutů vznikly od osazení jeřábu na navrhovanou ocelovou konstrukci.

Protože z výchozích výpočtů není jednoznačně identifikovatelné, pro jaký zátěžný stav jsou dané nejnepríznivější hodnoty, mohu pouze porovnávat hodnoty, nemohu však posuzovat pravděpodobnost nastoupeného stavu. To znamená, že můj extrémní stav s velkou pravděpodobností není totožný s původním extrémním stavem a proto jsou mé výsledky lehce nadhodnocené.

Tato metoda slouží k přibližnému určení problematických míst, na které je potřeba se dále soustředit, a jenž budou potřeba důkladněji analyzovat. Proto jsem pruty rozdělil do tří skupin. Pruty, jenž nemají žádné barevné označení, vyhověly i přes vyšší bezpečnostní požadavky, které způsobila volba metody.

Žlutě odznačené jsou pruty, jejichž využití profilu je mezi hodnotami 1 až 1,1 a podle strohého výkladu norem by neměly vyhovět, ale při podrobnějším pohledu na danou problematiku můžeme považovat tyto pruty za ještě vyhovující. Červeně označené skupiny mají využití profilu větší než 1,1 a to indikuje, že pevnostně neodpovídají daným požadavkům.

Mým zvoleným kritériím nevyhovělo 11 skupin prutů, z toho 6 skupin přesáhlo využití profilu hodnoty 1,1. Pro budoucí inovace stroje KK1300 jsou tyto výpočty orientační a mohou nastínit, popřípadě ověřit problematická místa.

Pro přesnější výpočty by bylo zapotřebí rekonstruovat veškeré zátěžné stavy na konstrukci, ale to dalece přesahuje časové možnosti a rozsah diplomové práce.

V tomto případě budou mé výsledky stát na straně vyšší bezpečnosti, než byla požadovaná.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] *Kolesové rypadlo KK1300* [online]. Brno: ALTA, a.s., 2013 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.alta.cz/picture/gallery_underart_cz//rypadla/details/rypadla5.png
- [2] *Schéma kolesového rypadla KK1300* [online]. Praha: NOEN, a.s., 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.noen.cz/wp-content/uploads/2015/09/021.gif>
- [3] KRYL, Václav. *Povrchové dobývání ložisek*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1997. ISBN 80-707-8396-6.
- [4] ŠTÝS, Stanislav. *Historie rekultivací na Mostecku* [online]. Most: Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2012 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.ecmost.cz/rekultivace.php>
- [5] ŠTÝS, Stanislav. *Těžba a rekultivace území postižených těžbou hnědého uhlí a dalších nerostných surovin* [online]. Most: Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., 2012 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: www.ecmost.cz/rekultivace/tezba_a_rekult.doc
- [6] Hornická skripta: Stroje pro povrchové dobývání uhlí. *Hornická skripta* [online]. Ostrava, 2005 [cit. 2015-10-12]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/prirucka/technika/uhli.htm>
- [7] *Kolesové rypadlo KK1300* [online]. Praha: NOEN, a.s., 2015 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.noen.cz/wp-content/uploads/2015/09/obr3-1024x7681-1024x768.jpg>
- [8] BARTOŠ, Karel. PRODECO, A.S. *RYPADLO KK 1300* [online]. TEPLICE, 2011 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://slon.diamo.cz/hpvt/2011/_Technika/H%2003.pdf
- [9] *Technologie dobývání rypadlem KK1300* [online]. Praha: NOEN, a.s., 2015 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.noen.cz/wp-content/uploads/2015/09/033-1024x654.gif>
- [10] *Kolesové rypadlo KK1300* [online]. Praha: NOEN, a.s., 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.noen.cz/cs/reference/kk-1300-kolesove-rypadlo/>
- [11] JANATA, Vladimír, Dalibor GREGOR a David JERMOLJEV. *KK1300 - etapa projekt*. Praha, 2008. 300 s.
- [12] MELICHERÍK, Peter, Jan Marek. *Statický výpočet ocelové konstrukce jeřábu 15t na spojovacím mostě KK1300-2*. Uničov, 2013. 17 s.
- [13] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr (ed.). *Fyzika*. 1., přeprac. vyd. Překlad Miroslav Černý. Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.
- [14] *NXI-deas 6.1*: Návod k softwaru, společnost Siemens, 2009
- [15] Marc 2010. *Volume A: Theory and User Information* [online]. Santa Ana, 2010, s. 685 [cit. 2016-05-18].
- [16] BÁRTLOVÁ, Alice. *Vzpěr prutových soustav*. Praha: SNTL: Státní nakladatelství technické literatury, 1977.



- [17] JURÁŠEK, O.: *Teorie nosných konstrukcí*, skripta VUT v Brně, 1989
- [18] VRBKA, J. *Pružnost a pevnost I*. Brno: Učební text: Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně, Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky, 2012. 188-202 s.
- [19] Česká technická norma - Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí* ČSN EN 1993-1-1: Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006. Praha: Český normalizační institut.



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

t	[10 ³ kg]	tuna
l	[10 ⁻³ m ³]	litr
m ³ s.z.h ⁻¹	[kgh ⁻¹]	metr krychlový suché zeminy za hodinu
n	[min ⁻¹]	otáčky jeřábu
ω	[rad.s ⁻¹]	úhlová rychlost jeřábu
a _n	[ms ⁻²]	dostředivé zrychlení
r	[m]	poloměr otáčení
λ	[-]	štíhlost prutu
L _{cr}	[mm]	kritická délka prutu
i	[mm]	poloměr kvadratického momentu
$\bar{\lambda}$	[-]	globální mezní štíhlost
α	[-]	součinitel způsobu uložení prutu
E	[MPa]	modul pružnosti v tahu
f _y	[MPa]	mez kluzu
i _k	[mm]	poloměr kvadratického momentu k dané ose
J _k	[mm ⁴]	kvadratický moment k dané ose
A _{vz}	[mm ²]	efektivní plocha průřezu
V _{Sd}	[N]	smyková síla
V _{pl.Rd}	[N]	navrhovaná plastická únosnost ve smyku
A _v	[mm ²]	smyková plocha
f _{yk}	[MPa]	mez kluzu pro danou ocel
γ _{M0}	[-]	globální dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu)
A*	[mm ²]	účinná plocha průřezu
A	[mm ²]	nosná plocha průřezu
ρ	[-]	redukční součinitel pro výpočet snížené návrhové únosnosti v ohybu v důsledku krouticího momentu
W _{pl} [*]	[mm ³]	plastický účinný modul průřezu
W _{pl}	[mm ³]	plastický modul průřezu
t _w	[mm]	návrhový poloměr smykového napětí od vázaného kroucení
N _{Sd}	[N]	návrhová osová síla
γ _{M1}	[-]	zvláštní dílčí součinitel spolehlivosti (materiálu)
X _{min}	[-]	minimální součinitel vzpěrnosti pro příslušný způsob vybočení



k_y	[-]	součinitel interakce vůči ose “y-y”
k_z	[-]	součinitel interakce vůči ose “z-z”
M_{sd}	[Nm]	návrhový ohybový moment
W^*	[mm ⁴]	plastický účinný modul průřezu
χ_{LT}	[-]	součinitel klopení
$M_{y, sd}$	[Nm]	návrhový ohybový moment vůči ose “y-y”
$M_{z, sd}$	[Nm]	návrhový ohybový moment vůči ose “z-z”
Ψ	[-]	poměr koncových momentů na posuzovaném úseku
$\beta_{M, \Psi}$	[-]	opravný součinitel pro křivky klopení válcovaných průřezů
M_{Ω}	[Nm]	moment v důsledku posunu těžiště dané osy
ΔM	[Nm]	moment v důsledku posunu těžiště dané osy
β_M	[-]	parametr pro uvážení účinků momentu
μ	[-]	poměr kritických hodnot osových sil



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha – 1:	Posudek prutů – most
Příloha – 2:	Posudek prutů – teleskop
Příloha – 3:	Tabulkový souhrn využití profilů
Příloha – 4:	Schéma mostu 1/2
Příloha – 5:	Schéma mostu 2/2



Posuzovaný prut:

Diagonály D1

Profil: Tr 219x12

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
219	12	7804	4968	4,194·10 ⁷	73,3	3,830·10 ⁵	5,148·10 ⁵	8,360·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	2	0,27	2,27	kNm
M _z	0,5	0,07	0,57	kNm
N	-1160	-36,3	-1196,3	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 18,25 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6600	a	90,041	1,18	0,54	0,54
Z	6600	a	90,041	1,18	0,54	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,3	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,3	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 885,424 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 442,712 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7804 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 514764 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,148 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,919	+	0,022	= 0,942 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D2-tah

Profil: Tr 194x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	8	4675	2976	2,025·10 ⁷	65,8	2,088·10 ⁵	2,769·10 ⁵	4,043·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	8	0,11	8,11	kNm
M_z	2	0,1	2,1	kNm
N	1180	68,2	1248,2	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,25 Třída průřezu: 1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 530,399 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 265,199 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4675 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot (1 - \frac{\rho}{2}) = 276939 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,769 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,748	+	0,095	= 0,843 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály **D2-tlak**Profil: **Tr 194x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	8	4675	2976	2,2025·10 ⁷	65,8	2,088·10 ⁵	2,769·10 ⁵	4,043·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	2	0,11	2,11	kNm
M_z	2	0,09	2,09	kNm
N	-465	-66	-531	kN
Q	2	0,3	2,3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 18,25 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	7550	a	114,742	1,5	0,37	0,37
Z	7550	a	114,742	1,5	0,37	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	2,3	1,1	-2,4	1,5
Z	0	1,1	0	0	2,3	1,1	-2,4	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 530,399 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 265,199 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4675 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 276939 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,769 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,994	+	0,052	=	1,047	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D3a

Profil: HK 200-20-30x380

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	380	20	30	140	28400	1,7559.10 ⁸	4,5599.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
78,6	126,7	1,7559.10 ⁶	2,3999.10 ⁶	2,1340.10 ⁶	3,1740.10 ⁶	227	

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _{y,Sd}	25	0,74	25,74	kNm
M _{z,Sd}	60	0,7	60,7	kNm
N _{Sd}	2471	214	2685	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 140

α = 1

d/t_w = 7

Třída průřezu: 1

b/t_f = 12,667

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	7620	c	0,49	96,947	1,27	0,402	0,402
Z	7620	c	0,49	60,142	0,79	0,670	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	2,5	0,9	0,452
Z	2,5	0,9	0,671

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,762	+	0,039	+	0,062	=	0,863	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Diagonály D3b

Profil: HI 200-12-20x340

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	340	12	20	10	15520	2560	1,147.10 ⁸	1,310.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
86	91,9	1,147.10 ⁶	7,708.10 ⁵	1,301.10 ⁶	1,162.10 ⁶	1,905.10 ⁶	1,061.10 ¹²	

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	46	2,21	48,21	kNm
N	-1513	-139	1632	kN
Q	33	3,03	36,03	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 1 Třída stojiny: 1

Ψ = 0,55 Třída pásnice: 2

Třída průřezu: 2

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	6420	b	74,651	0,61	
Z	6420	c	69,859	0,59	0,59

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
6420	1	1	1,8	1,879	0	0,87

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	0	0	48,21	1,8	-0,3	1,12	0,1	0,95

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 36,03 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 456,257 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 36,03 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 228,129 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 15520 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 1,301 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,301 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,584	+	0,134	=	0,719	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,584	+	0,131	=	0,715	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut:

Diagonály D4

Profil: Tr 219x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
219	8	5303	3376	2,955·10 ⁷	74,7	2,699·10 ⁵	3,563·10 ⁵	5,902·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	5	0,33	5,33	kNm
M _z	1	0,15	1,15	kNm
N	-530	-44,5	-574,5	kN
Q	2	0,2	2,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27,375 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	7400	a	99,063	1,30	0,47	0,47
Z	7400	a	99,063	1,30	0,47	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,5	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,5	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 601,689 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 300,845 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5303 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 356339 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,563 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,747	+	0,074	= 0,821 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D5

Profil: Tr 245x12,5

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	12,5	9130	5813	6,187·10 ⁷	82,3	5,051·10 ⁵	6,764·10 ⁵	1,234·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	2	0,79	2,79	kNm
M _z	1	1	2	kNm
N	-1185	-179	1364	kN
Q	2	0,3	2,3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 19,6 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	7850	a	95,383	1,18	0,5	0,5
Z	7850	a	95,383	1,18	0,5	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,3	2,3	1,3	-1,4	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,3	2,3	1,3	-1,4	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 1036,025 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 518,013 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 9130 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 676354 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,764 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,968	+	0,025	= 0,993 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D6

Profil: Tr 245x10

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	10	7383	4700	5,106·10 ⁷	83,2	4,168·10 ⁵	5,526·10 ⁵	1,019·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	2	0,52	2,52	kNm
M_z	1	0,58	1,58	kNm
N	-1185	-308	-1493	kN
Q	2	0,5	2,5	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,5 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	7350	a	88,341	1,16	0,56	0,56
Z	7350	a	88,341	1,16	0,56	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,5	2,5	1,3	-1,3	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,5	2,5	1,3	-1,3	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,5 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 837,660 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,5 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 418,830 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7383 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 552583 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,526 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ	
1,167	+	0,026	=	1,194	≤ 1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D7

Profil: Tr 245x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	8	5956	3792	4,187·10 ⁷	83,8	3,418·10 ⁵	4,495·10 ⁵	8,364·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	2	7,7	9,7	kNm
M _z	1	9,7	10,7	kNm
N	-1185	-370	-1555	kN
Q	2	0,6	2,6	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 30,625 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6300	a	75,179	0,98	0,68	0,68
Z	6300	a	75,179	0,98	0,68	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,6	2,6	1,3	-1,1	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,6	2,6	1,3	-1,1	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,6 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 675,831 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,6 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 337,916 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5956 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 4495233 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,495 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
1,244	+	0,156	=	1,400	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D8

Profil: Tr 194x18

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	18	9953	6336	3,894·10 ⁷	62,5	4,014·10 ⁵	5,595·10 ⁵	7,707·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	4	0,28	4,28	kNm
M _z	1	0,09	1,09	kNm
N	-1110	-69,6	-1179	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 10,778 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6600	a	105,52	1,38	0,43	0,43
Z	6600	a	105,52	1,38	0,43	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,5	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,5	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 1129,237 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 564,618 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 9953 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 559512 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,595 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,893	+	0,038	= 0,931 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály D9

Profil: Tr 108x4

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	4	1307	832	1,770·10 ⁶	36,8	3,277·10 ⁴	4,329·10 ⁴	3,534·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	1	0,08	1,08	kNm
M_z	1	0,08	1,08	kNm
N	-75	-46,1	-121,1	kN
Q	2	1,2	3,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4930	a	133,967	1,75	0,28	0,28
Z	4930	a	133,967	1,75	0,28	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	3,2	3,2	1,3	-2,1	1,5
Z	0	1,8	1,3	3,2	3,2	1,3	-2,1	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 148,283 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,142 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1307 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43285 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,329 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
1,072	+	0,171	=	1,243	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály dolního ztužení DD1

Profil: Tr 133x10

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	10	3864	2460	7,356·10 ⁶	43,6	1,106·10 ⁵	1,516·10 ⁵	1,462·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	2	0,9	2,9	kNm
M_z	0,5	0,9	1,4	kNm
N	-315	-68,3	-383,3	kN
Q	2	0,4	2,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 13,3

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5290	a	121,33	1,59	0,34	0,34
Z	5290	a	121,33	1,59	0,34	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,4	2,4	1,3	-1,9	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,4	2,4	1,3	-1,9	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,4 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 438,435 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 219,217 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 3864 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 151623 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,516 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,945	+	0,103	=	1,048	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály dolního ztužení DD2

Profil: Tr 108x4

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	4	1307	832	1,770·10 ⁶	36,6	3,277·10 ⁴	4,329·10 ⁴	3,534·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	0,5	0,02	0,52	kNm
M _z	0,5	0,02	0,52	kNm
N	-115	-8,5	-123,5	kN
Q	2	0,2	2,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4000	a	108,696	1,42	0,41	0,41
Z	4000	a	108,696	1,42	0,41	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,7	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,7	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 148,284 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,142 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1307 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43285 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,329 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,746	+	0,082	= 0,828 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály dolního ztužení DD3

Profil: Tr 168x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
168	8	4021	2560	1,290·10 ⁷	56,6	1,536·10 ⁵	2,050·10 ⁵	2,574·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	2	13	15	kNm
M_z	0,5	11,5	12	kNm
N	-420	-182	-602	kN
Q	2	5,1	7,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5725	a	101,148	1,32	0,46	0,46
Z	5725	a	101,148	1,32	0,46	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	7,1	7,1	1,3	-1,5	1,5
Z	0	1,8	1,3	7,1	7,1	1,3	-1,5	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 7,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 456,257 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 7,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 228,129 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4021 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 204971 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,050 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
1,054	+	0,455	=	1,510	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály dolního ztužení DD5

Profil: Tr 133x6,3

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	6,3	2508	1596	5,044·10 ⁶	44,9	7,585·10 ⁴	1,012·10 ⁵	1,006·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	1	0,07	1,07	kNm
M_z	0,5	0,07	0,57	kNm
N	-185	-4,4	-189,4	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21,111 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5450	a	121,381	1,59	0,34	0,34
Z	5450	a	121,381	1,59	0,34	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,9	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,1	2,1	1,3	-1,9	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 284,448 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 142,224 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2508 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 101217 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,012 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,719	+	0,058	= 0,778 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP1**Profil: **HEA 340 +2x P20x297 a=195 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	25230	3,6422.10 ⁹	1,8769.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,2	86,3	2,2074.10 ⁷	1,2513.10 ⁷	2,7321.10 ⁷	1,9142.10 ⁷	200	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	35	0,78	35,78	kNm
M_{z,Sd}	10	2,57	12,57	kNm
N_{Sd}	4455	253	4708	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,18Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,238	0,893
Z	1,1	0,530	0,762

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,605	+	0,034	+	0,015	=	0,654	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP2**Profil: **HEB 340 +2x P15x297 a=200 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	26000	4,3210.10 ⁹	1,8617.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
128,9	84,6	2,5417.10 ⁷	1,2411.10 ⁷	3,0696.10 ⁷	1,8767.10 ⁷	205	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	50	2,33	52,33	kNm
M_{z,Sd}	10	5	15	kNm
N_{Sd}	5345	400	5745	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,208	0,892
Z	1,1	0,512	0,733

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití			Vyhovuje
0,716	+	0,044	+	0,017	=	0,777	≤	1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP3**Profil: **HEB 340 +2x P20x297 a=195 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	28970	4,5393.10 ⁹	2,1023.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
125,2	85,2	2,6702.10 ⁷	1,4015.10 ⁷	3,2901.10 ⁷	2,1440.10 ⁷	229	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	70	0,51	70,51	kNm
M_{z,Sd}	35	0,8	35,8	kNm
N_{Sd}	5400	401	5801	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,232	0,89
Z	1,1	0,53	0,749

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,649	+	0,056	+	0,037	=	0,742	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP4**Profil: **HEB 340 +2x P25x297 a=275 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	31940	4,7576.10 ⁹	3,7843.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
122	108,8	2,7986.10 ⁷	2,5229.10 ⁷	3,5106.10 ⁷	3,0276.10 ⁷	253	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	60	4,89	64,89	kNm
M_{z,Sd}	210	13,8	223,8	kNm
N_{Sd}	5565	570	6135	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,254	0,887
Z	1,1	0,2	0,911

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,622	+	0,048	+	0,197	=	0,867	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP5**Profil: **HEB 340 +2x P20x297 a=190 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	28970	4,5393.10 ⁹	2,0451.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
125,2	84,0	2,6702.10 ⁷	1,3634.10 ⁷	3,2901.10 ⁷	2,1443.10 ⁷	229	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	390	1,72	391,72	kNm
M_{z,Sd}	120	3,27	123,27	kNm
N_{Sd}	120	3,1	123,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 16,2

α = 0,533

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	4115	c	0,49	32,9	0,43	0,881	0,881
Z	1700	c	0,49	20,2	0,26	0,967	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,542	1,007
Z	1,1	0,074	0,999

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,016	+	0,386	+	0,189	=	0,591 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP6-tah**Profil: **HEB 340 +2x P25x297 a=250 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	31940	4,7576.10 ⁹	3,2970.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
122	101,6	2,7986.10 ⁷	2,1980.10 ⁷	3,5106.10 ⁷	2,8420.10 ⁷	253	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	10	158	168	kNm
M_{z,Sd}	85	75	160	kNm
N_{Sd}	5560	746	6306	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,254	0,887
Z	1,1	0,293	0,870

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,640	+	0,063	+	0,217	=	0,920	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP6-tlak**Profil: **HEB 340 +2x P25x297 a=250 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	31940	4,7576.10 ⁹	3,2970.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
122	101,6	2,7986.10 ⁷	2,1980.10 ⁷	3,5106.10 ⁷	2,8420.10 ⁷	253	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	430	75,2	505,2	kNm
M_{z,Sd}	65	158	223	kNm
N_{Sd}	1270	264	1534	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 171,42

α = 0,853

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	4000	c	0,49	32,8	0,43	0,882	
Z	4000	c	0,49	39,4	0,52	0,834	0,834

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,518	1,066
Z	1,1	-0,635	1,085

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,187	+	0,466	+	0,254	=	0,907	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP7**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	28	30	280	27680	3,9164.10 ⁹	1,5699.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
118,9	75,3	2,3038.10 ⁷	1,5699.10 ⁷	2,9576.10 ⁷	1,9485.10 ⁷	221	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	60	2	62	kNm
M_{z,Sd}	60	4	64	kNm
N_{Sd}	5560	391	5951	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 280

α = 1

d/t_w = 10Třída průřezu: **1**b/t_f = 6,67Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,284	0,855
Z	1,1	0,241	0,877

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,696	+	0,068	+	0,106	=	0,870	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP8**Profil: **HEA 340 +2x P20x297 a=280 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	25230	3,6422.10 ⁹	3,0760.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,2	110,4	2,2074.10 ⁷	2,0507.10 ⁷	2,7321.10 ⁷	2,4191.10 ⁷	200	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	180	2,88	182,88	kNm
M_{z,Sd}	120	0,56	120,56	kNm
N_{Sd}	1575	73,1	1648,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,18Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,238	0,962
Z	1,1	0,180	0,972

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,211	+	0,217	+	0,161	=	0,589	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP1**Profil: **IPE 240**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
240	120	6,2	9,8	15	3912	1914	3,892.10 ⁷	2,836.10 ⁶
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
99,7	26,9	3,243.10 ⁵	4,727.10 ⁴	3,666.10 ⁵	7,392.10 ⁴	1,288.10 ⁵	3,739.10 ¹⁰	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	49	0,53	49,53	kNm
N	-168	-2,82	170,82	kN
Q	20	0,2	20,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,96

Třída stojiny: **2**

Ψ = -0,47

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 2**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	5200	a	52,157	0,86	
Z	2600	b	96,654	0,44	0,44

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
2600	1	1	1,8	1,879	0	0,84

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	-1	2,5	0	0	100	2,5	0,81	0,89	0,19	0,95

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 341,124 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 170,562 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 3912 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 3,666 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,666 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,321	+	0,390	=	0,711	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,321	+	0,495	=	0,816	≤	1
Vyhovuje						

Posuzovaný prut: Příčník dolního ztužení **DPP1**Profil: **Tr 219x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
219	10	6566	4180	3,593·10 ⁷	74,0	3,282·10 ⁵	4,371·10 ⁵	7,170·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	40	0,53	40,53	kNm
M_z	1	0,53	1,53	kNm
N	-40	-2,82	-42,82	kN
Q	20	0,2	20,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21,9 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5200	a	70,270	0,92	0,72	0,72
Z	2600	a	35,135	0,46	0,944	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,86	2,4	0	0	65	2,4	0,9	0,98
Z	1	1,1	0	0	0,1	1,1	-0,5	1,01

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 744,983 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 372,492 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 6566 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 437143 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,371 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,021	+	0,295	= 0,316 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP3**Profil: **HEA 320**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
310	300	9	15,5	27	12440	4113	2,293.10 ⁸	6,985.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
135,8	74,9	1,479.10 ⁶	4,657.10 ⁵	1,628.10 ⁵	7,097.10 ⁵	1,080.10 ⁵	1,512.10 ¹²	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	423	0,9	423,9	kNm
N	-150	-2,48	-152,48	kN
Q	535	1,1	536,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,64

Třída stojiny: **1**

Ψ = -0,89

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	5200	b	38,292	0,88	
Z	2600	c	34,713	0,87	0,87

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
2600	1	1	1,4	1,046	0	1

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	1,4	360	360	1,4	-0,5	1,02	-0,05	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 536,1 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 733,042 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 536,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 366,521 \text{ kN}$$

**Velký smyk -
Vyhovuje**



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 11571 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 1,529 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,529 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,046	+	0,860	=	0,906	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,046	+	0,843	=	0,889	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP4**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
317	114	8	10	297	7032	8,8672.10 ⁸	1,5843.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
112,3	47,5	5,5944.10 ⁶	2,7795.10 ⁶	7,028.10 ⁶	3,168.10 ⁶	56	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	15	0,1	15,1	kNm
M_{z,Sd}	1	0,04	1,04	kNm
N_{Sd}	165	8,74	173,74	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 33,41

α = 0,556

d/t_w = 37,13Třída průřezu: **1**b/t_f = 11,4Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5200	c	0,49	46,3	0,61	0,782	
Z	5200	c	0,49	109,6	1,43	0,337	0,337

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,835	1,071
Z	1,1	-2,441	1,479

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,237	+	0,070	+	0,011	=	0,318	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP5**Profil: **HEB 340**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	27	17090	5609	3,666.10 ⁸	9,690.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
146,5	75,3	2,156.10 ⁶	6,460.10 ⁵	2,156.10 ⁶	9,857.10 ⁵	2,572.10 ⁶	2,454.10 ¹²	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	220	0,01	220,01	kNm
N	-135	-0,75	-135,75	kN
Q	200	0,2	200,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,75

Třída stojiny: **1**

Ψ = -0,80

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	5200	b	35,495	0,90	
Z	5200	c	69,057	0,60	0,60

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
5200	1	1	1,4	1,046	0	0,89

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	1	1,1	0	0	220	1,1	-0,7	1,02	-0,04	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 200,2 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 999,667 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 200,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 499,733 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 17090 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 2,408 \cdot 10^6 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,408 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,042	+	0,302	=	0,344	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,042	+	0,333	=	0,375	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP6**Profil: **Tr 133x6,3**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	6,3	2508	1596	5,044·10 ⁶	44,9	7,585·10 ⁴	1,012·10 ⁵	1,006·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	10	0,1	10,1	kNm
M_z	3,5	0,1	3,6	kNm
N	-70	-4,36	-74,36	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21,11 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5200	a	115,813	1,52	0,37	0,37
Z	2600	a	57,907	0,76	0,82	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,9	2,43	0	0	19	2,43	0,9	0,81
Z	0	1,8	0	0	3,5	1,8	0,03	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 284,448 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 142,224 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2508 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 101217 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,012 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ			
0,260	+	0,286	=	0,546	≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP7**Profil: **HEA 340 +2x P15x297 a=200 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	26000	4,3210.10 ⁹	1,8617.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
128,9	84,6	2,5417.10 ⁷	1,2411.10 ⁷	3,0696.10 ⁷	1,8767.10 ⁷	205	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	425	1,79	426,79	kNm
M_{z,Sd}	120	3,87	123,87	kNm
N_{Sd}	50	9,72	59,72	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 6,75

α = 0,514

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5200	c	0,49	40,3	0,53	0,827	0,827
Z	2600	c	0,49	30,7	0,40	0,896	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,743	1,005
Z	1,1	-0,212	1,001

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,006	+	0,450	+	0,214	=	0,670	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP8**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
317	160	8	10	297	7952	1,1037.10 ⁹	3,4299.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
117,8	65,7	6,9627.10 ⁶	4,2875.10 ⁶	8,4404.10 ⁷	4,8915.10 ⁷	64	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	10	0,25	10,25	kNm
M_{z,Sd}	10	0,09	10,09	kNm
N_{Sd}	100	0,97	100,97	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 20,25

α = 0,534

d/t_w = 37,13Třída průřezu: **1**b/t_f = 16,00Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,212	0,993
Z	1,1	0,141	0,995

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,041	+	0,039	+	0,067	=	0,147	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Příčník dolní **DPP9**Profil: **HEA 340 +2x P15x297 a=200 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	19290	3,2056.10 ⁹	1,3381.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
128,9	83,3	1,9428.10 ⁷	8,9206.10 ⁶	2,2910.10 ⁷	1,3499.10 ⁷	153	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	40	0,71	40,71	kNm
M_{z,Sd}	30	2,17	32,17	kNm
N_{Sd}	50	3,35	53,35	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 8,52

α = 0,518

d/t_w = 25,58Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,18Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5200	c	0,49	40,3	0,53	0,827	0,827
Z	2600	c	0,49	31,2	0,41	0,893	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,771	1,007
Z	1,1	-0,222	1,002

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,011	+	0,058	+	0,077	=	0,146	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD1**Profil: **Tr 108x6,3**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	6,3	2013	1281	2,612·10 ⁶	36	4,838·10 ⁴	6,524·10 ⁴	5,205·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,02	0,52	kNm
M_z	0,5	0,01	0,51	kNm
N	-220	-4,65	-224,65	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 17,143 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4000	a	111,111	1,45	0,39	0,39
Z	4000	a	111,111	1,45	0,39	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,7	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,7	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 228,307 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 114,154 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2013 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 65244 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,524 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ			
0,927	+	0,054	=	0,981	≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD2**Profil: **Tr 108x4**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	4	1307	832	1,770·10 ⁶	36,8	3,277·10 ⁴	4,329·10 ⁴	3,534·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,06	0,56	kNm
M_z	0,5	0,04	0,54	kNm
N	-90	-37,8	-127,8	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4090	a	111,141	1,45	0,39	0,39
Z	4090	a	111,141	1,45	0,39	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,7	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,7	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 148,284 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,142 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1307 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43285 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,329 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ			
0,813	+	0,087	=	0,900	≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD3**Profil: **Tr 108x4**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	4	1307	832	1,770·10 ⁶	36,8	3,277·10 ⁴	4,329·10 ⁴	3,534·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,6	0,3	0,9	kNm
M_z	0,2	0,25	0,45	kNm
N	-70	-60,2	-130,2	kN
Q	2	1,8	3,8	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4830	a	131,25	1,72	0,29	0,29
Z	4830	a	131,25	1,72	0,29	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-2,1	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-2,1	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 3,8 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 148,284 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,8 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,142 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1307 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43285 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,329 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ	
1,113	+	0,113	=	1,226	≤ 1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD4**Profil: **Tr 108x4**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	4	1307	832	1,770·10 ⁶	36,8	3,277·10 ⁴	4,329·10 ⁴	3,534·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,8	0,36	1,16	kNm
M_z	0,2	0,36	0,56	kNm
N	-85	-54	-139	kN
Q	2	1,5	3,5	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5305	a	144,158	1,89	0,25	0,25
Z	5305	a	141,158	1,89	0,25	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-2,3	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-2,3	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 3,5 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 148,284 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,5 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,142 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1307 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43285 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,329 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ	
1,378	+	0,145	=	1,523	≤ 1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD5**Profil: **Tr 245x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	10	7383	4700	5,106·10 ⁷	83,2	4,168·10 ⁵	5,526·10 ⁵	1,019·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	15	0,15	15,15	kNm
M_z	30	0,33	30,33	kNm
N	-720	-7,87	-727,87	kN
Q	11	0,1	11,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,5

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6300	a	75,721	0,99	0,67	0,67
Z	6300	a	75,721	0,99	0,67	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,1	1,43
Z	0	1,8	1,3	0,4	0,4	1,3	-1,1	1,43

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 837,660 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 418,830 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7383 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 552583 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,526 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,477	+	0,284	= 0,761 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD6**Profil: **Tr 194x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	10	5781	3680	2,454·10 ⁷	65,1	2,529·10 ⁵	3,389·10 ⁵	4,893·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	5	0,12	5,12	kNm
M_z	5	0,43	5,43	kNm
N	-550	-5,55	-555,55	kN
Q	3	0,2	3,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 19,4

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6300	a	96,774	1,27	0,49	0,49
Z	6300	a	96,774	1,27	0,49	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,1	0,1	1,3	-1,4	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,1	0,1	1,3	-1,4	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 655,870 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 327,935 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5781 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 338893 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,389 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,635	+	0,107	= 0,742 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Diagonály horního ztužení **HD7**Profil: **Tr 168x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
168	8	4021	2560	1,290·10 ⁷	56,6	1,536·10 ⁵	2,050·10 ⁵	2,574·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	3	0,16	3,16	kNm
M_z	1	0,08	1,08	kNm
N	-329	-61,6	-390,6	kN
Q	2	0,3	2,3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6950	a	122,792	1,61	0,33	0,25
Z	6950	a	122,792	1,61	0,33	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,9	1,5
Z	0	1,8	1,3	2,2	2,2	1,3	-1,9	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 456,257 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 228,129 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4021 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 204971 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,050 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,954	+	0,079	=	1,033	≤	1

Nevyhovuje



Posuzovaný prut: Horní pás **HP1 – dolní polovina** Profil: **HEA 340 +2xP20x297 a=280 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	25230	3,6422.10 ⁹	3,0760.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,2	110,4	2,2074.10 ⁷	2,0507.10 ⁷	2,7321.10 ⁷	2,4191.10 ⁷	200	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	125	2,37	127,37	kNm
M_{z,Sd}	400	2,37	402,37	kNm
N_{Sd}	1840	96,9	1936,9	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 18,18

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	4300	c	0,49	35,8	0,47	0,860	
Z	4300	c	0,49	38,9	0,51	0,838	0,838

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,606	1,145
Z	1,1	-0,738	1,181

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,297	+	0,151	+	0,539	=	0,987	≤ 1	



Posuzovaný prut: Horní pás **HP1-Horní polovina** Profil: **HEA 340 +2xP20x297 a=280 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	25230	3,6422.10 ⁹	3,0760.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,2	110,4	2,2074.10 ⁷	2,0507.10 ⁷	2,7321.10 ⁷	2,4191.10 ⁷	200	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	20	2,37	22,37	kNm
M_{z,Sd}	130	2,37	132,37	kNm
N_{Sd}	2470	96,9	2566,9	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 18,18

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5350	c	0,49	44,5	0,58	0,796	
Z	5350	c	0,49	57,5	0,75	0,692	0,692

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,811	1,281
Z	1,1	-0,938	1,374

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,476	+	0,027	+	0,208	=	0,711	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP2**Profil: **HEA 340 +2x P20x297 a=220 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	25230	3,6422.10 ⁹	2,1850.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,2	93,1	2,2074.10 ⁷	1,4567.10 ⁷	2,7321.10 ⁷	2,0627.10 ⁷	200	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	25	1,26	26,26	kNm
M_{z,Sd}	45	1,26	46,26	kNm
N_{Sd}	4120	198	4318	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,18Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	6000	c	0,49	49,9	0,65	0,753	0,753
Z	3000	c	0,49	32,2	0,42	0,886	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,939	1,5
Z	1,1	-0,344	1,178

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,736	+	0,031	+	0,073	=	0,840	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP3**Profil: **HEB 340 +2x P25x297 a=215 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	31940	4,7576.10 ⁹	2,6928.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
122	91,8	2,7986.10 ⁷	1,7952.10 ⁷	3,5106.10 ⁷	2,5821.10 ⁷	253	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	30	4,23	34,23	kNm
M_{z,Sd}	65	4,23	69,23	kNm
N_{Sd}	5675	367	6042	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	6000	c	0,49	49,2	0,64	0,759	0,759
Z	3000	c	0,49	32,7	0,43	0,883	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,904	01,5
Z	1,1	-0,331	1,188

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,807	+	0,032	+	0,087	=	0,926	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP4**Profil: **HEB 340 +2x P28x297 a=212 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	33722	4,8886.10 ⁹	2,8486.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
120,4	91,9	2,8756.10 ⁷	1,8991.10 ⁷	3,6429.10 ⁷	2,7487.10 ⁷	267	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	70	15,9	65,9	kNm
M_{z,Sd}	70	13,8	83,8	kNm
N_{Sd}	6495	570	7065	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 10,61Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	6000	c	0,49	49,8	0,65	0,754	0,754
Z	3000	c	0,49	32,6	0,43	0,883	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,907	1,5
Z	1,1	-0,322	1,198

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		
0,900	+	0,059	+	0,099	=	1,057	≤	1
Nevyhovuje								



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP6**Profil: **HEB 340 +2x P20x297 a=250 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	28970	4,5393.10 ⁹	2,8292.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
125,2	85,2	2,6702.10 ⁷	1,8861.10 ⁷	3,2901.10 ⁷	2,4707.10 ⁷	229	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	145	5,73	150,73	kNm
M_{z,Sd}	40	10,5	50,5	kNm
N_{Sd}	4280	283	4563	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	6800	c	0,49	54,3	0,71	0,718	0,718
Z	3400	c	0,49	34,4	0,45	0,870	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-1,048	1,5
Z	1,1	-0,501	1,239

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,711	+	0,148	+	0,066	=	0,925	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP7**Profil: **HEA 340 +2x P10x297 a=250 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
330	300	9,5	16,5	243	19290	3,2056.10 ⁹	1,6722.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
128,9	93,1	1,9428.10 ⁷	1,1148.10 ⁷	2,2910.10 ⁷	1,4984.10 ⁷	153	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	20	13	33	kNm
M_{z,Sd}	30	110	140	kNm
N_{Sd}	2740	307	3047	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 25,58Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,18Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5830	c	0,49	45,2	0,59	0,790	
Z	4625	c	0,49	49,7	0,65	0,755	0,755

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,886	1,449
Z	1,1	-0,826	1,438

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		
0,678	+	0,047	+	0,303	=	1,027	≤	1
Nevyhovuje								



Posuzovaný prut:

Příčník horní **HPP1**Profil: **HI 320-8-10x160**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	160	8	10	10	5600	2680	9,491.10 ⁷	6,839.10 ⁶
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
130,2	34,9	5,932.10 ⁵	8,549.10 ⁴	6,760.10 ⁵	1,328.10 ⁵	1,579.10 ⁵	1,640.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	80	1,89	81,89	kNm
N	55	18,3	73,3	kN
Q	75	4	79	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,40

Třída stojiny: **1**

Ψ = -1,18

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
2600	1	1	1,8	1,879	0	0,79

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	1,4	95	95	1,4	-0,5	1,02	0,11	0,99

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 79 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 477,644 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 79 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 238,822 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5600 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) = 6,760.10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,760 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,054	+	0,400	=	0,454	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,054	+	0,492	=	0,545	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut:

Příčník horní **HPP2**Profil: **IPE 180**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
180	91	5,3	8	9	2395	1125	1,317.10 ⁷	1,009.10 ⁶
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
74,2	20,5	1,463.10 ⁵	2,216.10 ⁴	1,664.10 ⁵	3,460.10 ⁴	4,790.10 ⁴	7,430.10 ⁹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	10	0,2	10,2	kNm
N	-15	-11,9	-26,9	kN
Q	8	0,2	8,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,66

Třída stojiny: **1**

Ψ = -0,80

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	5200	a	70,081	0,72	0,29
Z	2600	b	126,829	0,29	

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
2600	1	1	1,8	1,879	0	0,77

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	1,3	14	14	1,3	-1,1	1,03	0,30	0,98

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 8,2 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 200,504 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 8,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 100,252 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 2395 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 1,664 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,664 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,125	+	0,205	=	0,330	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,125	+	0,253	=	0,378	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut:

Příčník horní **HPP3**Profil: **IPE 300**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
300	150	7,1	10,7	15	5381	2568	8,356.10 ⁷	6,038.10 ⁶
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
124,6	33,5	5,571.10 ⁵	8,050.10 ⁴	6,284.10 ⁵	1,252.10 ⁵	2,012.10 ⁵	1,259.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	115	4,76	119,76	kNm
N	-60	-6,54	-66,54	kN
Q	80	8	88	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,59

Třída stojiny: **1**

Ψ = -0,88

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	5200	a	41,734	0,91	
Z	2600	b	77,612	0,59	0,59

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
2600	1	1	1,8	1,879	0	0,89

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	-0,54	2,18	0	0	174	2,18	0,32	0,99	0,12	0,99

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 88 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 457,683 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 88 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 228,842 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 5381 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 6,284 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,284 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,068	+	0,611	=	0,679	≤	1
Vyhovuje						

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,068	+	0,687	=	0,755	≤	1
Vyhovuje						



Posuzovaný prut: Příčník h. ztužení ve zlomu **HPP4** Profil: **HEB 340 +2x P16x297 a=212 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
340	300	12	21,5	243	26594	4,3646.10 ⁹	2,0389.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
128,1	87,6	2,674.10 ⁷	1,3593.10 ⁷	3,1136.10 ⁷	1,9931.10 ⁷	210	297

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	115	10,8	125,8	kNm
M_{z,Sd}	15	4,87	19,87	kNm
N_{Sd}	60	7,81	67,81	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 8,1

α = 0,517

d/t_w = 10,61

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 13,95

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,213	0,999
Z	1,1	0,466	0,997

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,008	+	0,131	+	0,032	=	0,171 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Příčnick horní **HPP5**Profil: **Tr 194x5,6**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	5,6	3315	2110	1,472·10 ⁷	66,6	1,517·10 ⁵	1,988·10 ⁵	2,941·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	3	1,3	4,3	kNm
M_z	1	0,8	1,8	kNm
N	-40	-26	-66	kN
Q	1	0,5	1,5	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 34,643 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5200	a	78,078	1,02	0,65	0,65
Z	2600	a	39,039	0,51	0,92	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	3	3	1,3	-1,1	1,06
Z	0	1,8	1,3	1	1	1,3	-0,4	1,01

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 1,5 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 376,056 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 1,5 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 188,028 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 3315 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 198828 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,988 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ		
0,099	+	0,080	=	0,179 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Příčník horní **HPP6**Profil: **Tr 273x12**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
273	12	9839	6264	8,396·10 ⁷	92,4	6,151·10 ⁵	8,180·10 ⁵	1,676·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	60	0,23	60,23	kNm
M_z	20	0,11	20,11	kNm
N	-190	-5,18	-195,18	kN
Q	20	0,2	20,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 16,167 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	5200	a	56,278	0,74	0,83	0,83
Z	2600	a	28,138	0,37	0,96	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,4	60	80	1,5	-0,4	1,03
Z	0	1,8	1,4	35	50	1,52	0	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 1116,405 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 20,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 558,203 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 9839 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 818028 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 8,180 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,077	+	0,258	= 0,336 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Nosník podpory girland **PG1**Profil: **Tr 245x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	10	7383	4700	5,106·10 ⁷	83,2	4,168·10 ⁵	5,526·10 ⁵	1,019·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	50	0,69	50,69	kNm
M_z	5	0,48	5,48	kNm
N	-40	-0,33	-40,33	kN
Q	50	0,2	50,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,5

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6000	a	72,115	0,94	0,70	0,70
Z	6000	a	72,115	0,94	0,70	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0,33	1,57	1,3	64	80	1,35	-0,9	1,02
Z	0,33	1,2,5	0	0	10	2,5	0,9	0,98

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 50,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 837,660 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 50,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 418,830 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7383 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot (1 - \frac{\rho}{2}) = 552583 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,526 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,025	+	0,305	= 0,330 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Závěsy lávky **PG2**Profil: **Tr 133x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	10	3864	2460	7,356·10 ⁶	43,6	1,106·10 ⁵	1,516·10 ⁵	1,462·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	20	0,36	20,36	kNm
M_z	40	0,3	40,3	kNm
N	50	-0,97	-50,97	kN
Q	68	0,4	68,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 13,3

Třída průřezu: **1**

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 68,4 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 438,435 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 68,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 219,217 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 3864 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 151623 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,516 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,0001	+	0,9648	= 0,9649 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vzpěry lávky PG3

Profil: Tr 76x6,3

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
76	6,3	1380	878	8,446·10 ⁵	24,7	2,223·10 ⁴	3,069·10 ⁴	1,675·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	1	0,01	1,01	kNm
M _z	2	0,03	2,03	kNm
N	-55	-0,75	-55,75	kN
Q	3	0,1	3,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 12,063 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	2370	a	95,951	1,25	0,50	0,50
Z	2370	a	95,951	1,25	0,50	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,89	2,42	0	0	1,7	2,42	0,9	0,8
Z	-0,53	2,17	0	0	5,2	2,17	0,81	0,82

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 3,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 156,482 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 78,241 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1380 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 30689 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,069 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,262	+	0,359	= 0,621 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vzpěry PG4

Profil: Tr 89x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	8	2036	1296	1,686·10 ⁶	28,8	3,788·10 ⁴	5,266·10 ⁴	3,339·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	1	0,05	1,05	kNm
M _z	10	0,82	10,82	kNm
N	-75	-1,2	-76,2	kN
Q	3	0,2	3,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 12,063 Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1550	a	53,819	0,71	0,85	0,85
Z	1550	a	53,819	0,71	0,85	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,5	2,15	0	0	1,5	2,15	0,6	0,93
Z	-0,5	2,15	0	0	1,5	2,15	0,6	0,93

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 230,980 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 115,490 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2036 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 52659 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,2266 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y,Sd}^2 + k_z^2 M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,143	+	0,622	= 0,765 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S1

Profil: HK 220-15-15x160

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
220	160	15	15	190	10500	6,7667.10 ⁸	4,0308.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
80,3	62	6,1516.10 ⁶	5,0384.10 ⁶	7,628.10 ⁶	6,0525.10 ⁶	84	

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _{y,Sd}	45	0,2	45,2	kNm
M _{z,Sd}	45	0,1	45,1	kNm
N _{Sd}	650	38,4	688,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 70,19

α = 0,685

d/t_w = 12,67

Třída průřezu: 1

b/t_f = 10,67

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	4150	c	0,49	51,7	0,68	0,739	
Z	4150	c	0,49	67	0,88	0,614	0,614

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,3	-0,707	1,167
Z	1,3	-1,026	1,291

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,346	+	0,224	+	0,312	=	0,882	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Svislice S2

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
275	350	10	12	251	13420	1,7171.10 ⁹	2,3087.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
113,1	131,2	1,2488.10 ⁷	1,3193.10 ⁷	1,4196.10 ⁷	1,5884.10 ⁷	107	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	57	8,77	65,77	kNm
M_{z,Sd}	8	7,15	8,15	kNm
N_{Sd}	2715	255	2970	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 251

α = 1

d/t_w = 25,10Třída průřezu: **1**b/t_f = 29,17Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	0,137	0,930
Z	1,1	0,204	0,895

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití			Vyhovuje
0,717	+	0,150	+	0,031	=	0,898	≤	1	



Posuzovaný prut:

Svislice S3

Profil: Tr 194x10

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	10	5781	3680	2,454·10 ⁷	65,1	2,529·10 ⁵	3,389·10 ⁵	4,893·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	1	0,86	1,86	kNm
M _z	1	0,86	1,86	kNm
N	-840	-4,73	-844,73	kN
Q	2	0,3	2,3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 19,4

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	5850	a	89,862	1,18	0,55	0,55
Z	5850	a	89,862	1,18	0,55	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,3	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,3	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 655,870 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,3 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 327,935 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5781 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 338893 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,389 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,861	+	0,038	= 0,898 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S4

Profil: Tr 194x12

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	12	6861	4368	2,853·10 ⁷	64,5	2,941·10 ⁵	3,981·10 ⁵	2,682·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	1	0,65	1,65	kNm
M _z	1	0,91	1,91	kNm
N	-840	-38,7	-878,7	kN
Q	2	1	3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 16,167

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	6550	a	101,55	1,33	0,45	0,45
Z	6550	a	101,55	1,33	0,45	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,5	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,5	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 3 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 778,489 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 3 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 389,245 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 6861 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 398064 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,981 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,922	+	0,031	= 0,953 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S5

Profil: Tr 194x10

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
194	10	5781	3680	2,454·10 ⁷	65,1	2,529·10 ⁵	3,389·10 ⁵	4,893·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	1	0,13	1,13	kNm
M _z	1	0,53	1,53	kNm
N	-325	-17,9	-342,9	kN
Q	2	0,2	2,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 19,4

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	7500	a	115,207	1,51	0,37	0,37
Z	7500	a	115,207	1,51	0,37	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,8	1,5
Z	0	1,8	1,3	0,5	0,5	1,3	-1,8	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 655,870 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 327,935 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5781 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 338893 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,389 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,519	+	0,027	= 0,547 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Konzola podporující vratný buben u kul. čepu

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
450	300	15	20	410	24300	7,2741.10 ⁹	3,3999.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
173	118,3	3,2329.10 ⁷	2,2667.10 ⁷	3,8407.10 ⁷	2,6528.10 ⁷	194	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,sd}	220	0,2	220,2	kNm
M_{z,sd}	80	0,1	80,1	kNm
N_{sd}	165	0,6	165,6	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

$$z = 28,62$$

$$\alpha = 0,535$$

$$d/t_w = 27,33$$

Třída průřezu: **1**

$$b/t_f = 15,00$$

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	6000	c	0,49	34,7	0,45	0,868	
Z	6000	c	0,49	50,7	0,66	0,747	0,747

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,629	1,022
Z	1,1	-1,025	1,042

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,047	+	0,190	+	0,102	=	0,339	≤ 1	



Posuzovaný prut: **Příčník nad kulovým čepem uložení mostu na spodní stavbu**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
480	900	20	40	400	88000	3,7077.10 ¹⁰	7,9581.10 ¹⁰
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
205,3	300,7	1,5449.10 ⁸	1,7685.10 ⁸	1,7440.10 ⁸	2,324.10 ⁸	704	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y, sd}	3360	67	3427	kNm
M_{z, sd}	1400	121	1521	kNm
N_{sd}	340	25	365	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

$z = 27,54$ $\alpha = 0,534$
 $d/t_w = 20,00$ Třída průřezu: **1**
 $b/t_f = 22,50$ Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	2970	c	0,49	14,5	0,19	1,005	1
Z	2970	c	0,49	9,9	0,13	1,037	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,212	1,002
Z	1,1	-0,081	0,999

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,013	+	0,638	+	0,212	=	0,863	≤ 1	



Posuzovaný prut: Střední příčník mezi S1 Profil: **HEB 160 + 2xP10 x 134 a = 100mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
160	160	8	13	104	8105	2,893.10 ⁸	1,5614.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
59,7	43,9	3,6163.10 ⁶	1,9518.10 ⁶	4,4378.10 ⁶	3,040.10 ⁶	64	134

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	60	0,23	60,23	kNm
M_{z,Sd}	35	0,15	35,15	kNm
N_{Sd}	60	5,18	65,18	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 12,15

α = 0,558

d/t_w = 13,00

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 12,31

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	5200	c	0,49	87	1,14	0,464	
Z	5200	c	0,49	118,5	1,55	0,299	0,299

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-1,823	1,082
Z	1,1	-2,234	1,156

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,087	+	0,440	+	0,375	=	0,901 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Horní diagonály **HD1**Profil: **Tr 89x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	8	2036	1296	1,686·10 ⁶	28,8	3,788·10 ⁴	5,266·10 ⁴	3,339·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,07	0,52	kNm
M_z	0,5	0,11	0,61	kNm
N	-285	-2,7	-287,7	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 11,125

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1900	a	65,972	0,86	0,76	0,76
Z	1900	a	65,972	0,86	0,76	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5
Z	0	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 230,981 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 115,490 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2036 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 52659 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,266 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,602	+	0,074	= 0,676 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Horní diagonály **HD2**Profil: **Tr 89x5**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	5	1319	840	1,168·10 ⁶	29,8	2,624·10 ⁴	3,532·10 ⁴	2,328·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,04	0,54	kNm
M_z	0,5	0,07	0,57	kNm
N	-215	-2,89	-217,89	kN
Q	1	0,1	1,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 17,8

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1900	a	63,758	0,84	0,77	0,77
Z	1900	a	63,758	0,84	0,77	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 1,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 149,709 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 1,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 74,855 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1319 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 35322 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 3,532 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,695	+	0,108	= 0,803 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Horní diagonály **HD3**Profil: **Tr 89x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	8	2036	1296	1,686·10 ⁶	28,8	3,788·10 ⁴	5,266·10 ⁴	3,339·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	2	0,1	2,1	kNm
M_z	0,5	0,13	0,63	kNm
N	-310	-3,3	-313,3	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 11,125

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1900	a	64,846	0,85	0,77	0,77
Z	1900	a	64,846	0,85	0,77	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 185,711 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 92,856 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1637 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 43171 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 4,317 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,637	+	0,098	= 0,735 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut: Dolní diagonály **DS1**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	100	8	10	180	4880	2,5843.10 ⁸	7,77761.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
72,8	39,9	2,5843.10 ⁶	1,5552.10 ⁶	3,1960.10 ⁶	1,8248.10 ⁶	39	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	40	0,6	40,6	kNm
M_{z,Sd}	3	0,55	3,55	kNm
N_{Sd}	350	7,34	357,34	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

$$z = 70,86$$

$$\alpha = 0,697$$

$$d/t_w = 22,50$$

Třída průřezu: **1**

$$b/t_f = 10,00$$

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	2400	c	0,49	33,0	0,43	0,880	
Z	2400	c	0,49	60,1	0,79	0,670	0,670

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,8	0,064	0,985
Z	2,5	0,900	0,729

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,354	+	0,412	+	0,063	=	0,829	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní diagonály **DS2**Profil: **Tr 108x5**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	5	1618	1030	2,151·10 ⁶	36,5	5,983·10 ⁴	5,309·10 ⁴	4,291·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,18	0,68	kNm
M_z	1,5	0,21	1,71	kNm
N	-225	-1,76	-226,76	kN
Q	5	0,1	5,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21,6

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	2400	a	65,753	0,86	0,76	0,76
Z	2400	a	65,753	0,86	0,76	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,5

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 183,572 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 91,786 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1618 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 53097 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,309 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ			
0,597	+	0,168	=	0,766	≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Dolní diagonály **DS3**Profil: **Tr 108x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	8	2513	1600	3,162·10 ⁶	35,5	5,855·10 ⁴	8,017·10 ⁴	6,283·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	5	0,35	5,35	kNm
M_z	4	0,21	4,21	kNm
N	-380	-2,86	-382,86	kN
Q	5	0,1	5,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 13,5

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1900	a	53,521	0,70	0,85	0,85
Z	1900	a	53,521	0,70	0,85	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,4	2,08	0	0	7	2,08	0,48	0,76
Z	-0,8	2,36	0	0	9	2,36	0,87	0,56

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 285,161 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 142,580 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2513 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 80171 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 8,017 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,581	+	0,190	= 0,771 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Dolní diagonály **DS4**Profil: **Tr 133x14**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	14	5234	3332	9,393·10 ⁶	42,4	1,412·10 ⁵	1,992·10 ⁵	1,853·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	4	0,49	4,49	kNm
M_z	25	0,94	25,94	kNm
N	-364	-1,07	-365,07	kN
Q	15	0,2	15,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 9,5

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	2400	a	56,604	0,74	0,83	0,83
Z	2400	a	56,604	0,74	0,83	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,9	1,22
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,9	1,22

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 15,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 593,847 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 15,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 296,924 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 5234 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 199169 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,992 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,272	+	0,522	= 0,795 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Dolní diagonály **DS5**Profil: **Tr 133x8**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	8	3142	2000	6,161·10 ⁶	44,3	9,265·10 ⁴	1,252·10 ⁵	1,227·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,26	0,76	kNm
M_z	10	0,7	10,7	kNm
N	-260	-1,76	-264,76	kN
Q	3	0,2	3,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 16,625

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	2400	a	54,176	0,71	0,84	0,84
Z	2400	a	54,176	0,71	0,84	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,9	1,26
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,9	1,26

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 15,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 356,451 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 15,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 178,226 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 3142 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 125171 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,252 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,321	+	0,350	= 0,671 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP1**Profil: **HEB 200 +2x P25 x 170 a= 150 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	8	15	134	23508	1,640.10 ⁹	7,693.10 ⁸
i _y	i _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i		
mm	mm	mm ³	mm ³	kg/m	mm		
83,5	57,2	1,686.10 ⁷	1,157.10 ⁷	129	170		

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	165	0,32	165,32	kNm
M_{z,Sd}	75	1,69	76,69	kNm
N_{Sd}	435	12,4	447,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 78,29

α = 0,792

d/t_w = 14,89Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,33Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	1600	c	0,49	19,2	0,25	0,974	
Z	5000	c	0,49	87,4	1,14	0,461	0,461

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,423	1,023
Z	1,1	-1,555	1,176

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,134	+	0,318	+	0,215	=	0,666	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP2**Profil: **HEA 180 +2 x P10 x 152 a= 115 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
171	180	6	9,5	122	7565	3,0953.10 ⁸	1,9322.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _l
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
64	50,5	3,6202.10 ⁶	2,1469.10 ⁶	4,404.10 ⁶	3,313.10 ⁶	60	152

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	15	0,25	15,25	kNm
M_{z,Sd}	1	0,25	1,25	kNm
N_{Sd}	1660	10,4	1670,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 122

α = 1

d/t_w = 20,33Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,95Třída průřezu: **1**Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,541	+	0,112	+	0,012	=	0,665 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP3**Profil: **HEA 180 +2 x P15 x 152 a= 113 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
171	180	6	9,5	122	8173	3,2124.10 ⁸	2,0935.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _t
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
62,7	50,6	3,757.10 ⁶	2,326.10 ⁶	4,635.10 ⁶	3,626.10 ⁶	65	152

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	25	0,34	25,34	kNm
M_{z,Sd}	2	0,2	2,2	kNm
N_{Sd}	1613	3,59	1616,59	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 122

α = 1

d/t_w = 20,33Třída průřezu: **1**b/t_f = 18,95Třída průřezu: **1**Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,484	+	0,177	+	0,020	=	0,681 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Dolní pás **DP4**Profil: **HEB 200 +2 x P10 x 170 a= 115 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	11208	6,5148.10 ⁸	3,1299.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _t
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
76,2	52,8	6,515.10 ⁶	3,129.10 ⁶	7,870.10 ⁶	5,013.10 ⁶	89	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	45	1,5	46,5	kNm
M_{z,Sd}	55	1,5	56,5	kNm
N_{Sd}	1060	4,06	1064,06	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 134

α = 1

d/t_w = 14,89Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,33Třída průřezu: **1**Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,095	+	0,191	+	0,365	=	0,651 ≤ 1		



Posuzovaný prut: Dolní pás **DP5** Profil: **HEB 200 +2 x P25 x 170 a= 170 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	16308	7,7431.10 ⁸	8,1885.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
68,9	70,9	7,743.10 ⁶	8,188.10 ⁶	1,0038.10 ⁷	1,0283.10 ⁷	129	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	90	2,83	92,83	kNm
M_{z,Sd}	165	1,73	166,73	kNm
N_{Sd}	1540	5	1545	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 134

α = 1

d/t_w = 14,89

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 13,33

Třída průřezu: **1**

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,095	+	0,300	+	0,525	=	0,919 ≤ 1		



Posuzovaný prut: Dolní pás **DP6 -tah** Profil: **HEB 200 +2 x P25 x 170 a= 170 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	16308	7,7431.10 ⁸	8,1885.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
68,9	70,9	7,743.10 ⁶	8,188.10 ⁶	1,0038.10 ⁷	1,0283.10 ⁷	129	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	90	2,83	92,83	kNm
M_{z,Sd}	165	1,73	166,73	kNm
N_{Sd}	1540	5	1545	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 134

α = 1

d/t_w = 14,89

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 13,33

Třída průřezu: **1**

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,095	+	0,300	+	0,525	=	0,919 ≤ 1		



Posuzovaný prut: Dolní pás **DP6 - tlak** Profil: **HEB 200 +2 x P25 x 170 a= 170 mm**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	16308	7,7431.10 ⁸	6,8285.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _t
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
68,9	64,7	7,743.10 ⁶	6,829.10 ⁶	1,0038.10 ⁷	9,433.10 ⁷	129	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	50	0,17	50,17	kNm
M_{z,Sd}	60	0,14	60,14	kNm
N_{Sd}	290	6,28	296,28	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

$$z = 52,19$$

$$\alpha = 0,695$$

$$d/t_w = 14,89$$

Třída průřezu: **1**

$$b/t_f = 13,33$$

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	1600	c	0,49	23,2	0,30	0,974	
Z	5000	c	0,49	77,3	1,01	0,533	0,533

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,251	1,013
Z	1,1	-1,439	1,135

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,110	+	0,162	+	0,207	=	0,479 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP1**Profil: **Tr 245x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	10	7383	4700	5,106·10 ⁷	83,2	4,168·10 ⁵	5,526·10 ⁵	1,019·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	25	0,45	25,45	kNm
M_z	5	0,27	5,27	kNm
N	-1355	-10,8	-1365,8	kN
Q	25	0,1	25,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,5

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1600	a	19,24	0,25	0,99	
Z	3200	a	38,48	0,50	0,92	0,92

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	0	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,07
Z	0	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,33

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 25,1 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 837,660 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 25,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 418,830 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7383 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 552583 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,526 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,651	+	0,165	= 0,816 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP2**Profil: **Tr 245x16**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	16	11511	7328	7,582·10 ⁷	81,2	6,190·10 ⁵	8,404·10 ⁵	1,509·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	35	0,17	35,17	kNm
M_z	5	0,16	5,16	kNm
N	-2125	-17,5	-2142,5	kN
Q	30	0,1	30,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 15,313

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	1600	a	19,704	0,26	0,99	
Z	3200	a	39,409	0,52	0,92	0,92

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,06
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,32

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 1306,037 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 653,018 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 11511 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 840421 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 8,404 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,655	+	0,146	= 0,801 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP3**Profil: **Tr 245x20**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	20	14137	9000	9,017·10 ⁷	79,9	7,361·10 ⁵	1,015·10 ⁵	1,789·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	65	0,46	65,46	kNm
M_z	10	0,25	10,25	kNm
N	-2320	-22,4	-2342,4	kN
Q	40	0,1	40,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 12,25

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1600	a	20,025	0,26	0,99	
Z	3200	a	40,050	0,52	0,92	0,92

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,04
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,28

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 1604,030 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 11,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 802,015 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 14137 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 1015167 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,015 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,584	+	0,221	= 0,805 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Horní pás **HP4**Profil: **Tr 245x20**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
245	20	14137	9000	9,017·10 ⁷	79,9	7,361·10 ⁵	1,015·10 ⁵	1,789·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	70	0,51	70,51	kNm
M_z	35	1,81	36,81	kNm
N	-1815	-21,1	-1836,1	kN
Q	165	0,2	165,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 12,25

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	1600	a	20,025	0,26	0,99	
Z	3200	a	40,050	0,52	0,92	0,92

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,03
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,1	1,22

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 165,2 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 1604,030 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 165,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 802,015 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 14137 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 1015167 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,015 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,457	+	0,273	= 0,730 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut: Horní pás **HP5**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
245	200	25	30	185	21250	1,6597.10 ⁹	1,1130.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
88,4	72,4	1,3547.10 ⁷	1,113.10 ⁷	1,718.10 ⁷	1,4094.10 ⁷	170	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	105	1,17	106,17	kNm
M_{z,Sd}	130	0,67	130,67	kNm
N_{Sd}	2150	20,9	2170,9	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 139,30 α = 0,876
d/t_w = 7,40 Třída průřezu: **1**
b/t_f = 6,67 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	1400	c	0,49	15,8	0,21	0,996	
Z	1400	c	0,49	19,3	0,25	0,973	0,973

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,105	1,030
Z	1,1	-0,190	1,056

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,340	+	0,206	+	0,317	=	0,864	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Příčník P1

Profil: Tr 273x10

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
273	10	8262	5260	7,154·10 ⁷	93,1	5,241·10 ⁵	6,920·10 ⁵	1,429·10 ⁸

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	45	0,01	45,01	kNm
M _z	10	0,01	10,01	kNm
N	-30	-0,45	-30,45	kN
Q	30	0,1	30,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 27,3

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	3500	a	37,594	0,49	0,93	0,93
Z	3500	a	35,594	0,49	0,93	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,6	1,01
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,6	1,01

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 30,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 937,466 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 30,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 468,733 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 8262 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 692023 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,920 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,013	+	0,218	= 0,231 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Příčník **P2**Profil: **Tr 133x10**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
133	10	3864	2460	7,356·10 ⁶	43,6	1,106·10 ⁵	1,516·10 ⁵	1,462·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	25	0,54	25,54	kNm
M_z	5	0,33	5,33	kNm
N	-70	-0,82	-70,82	kN
Q	35	0,2	35,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 13,3

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	1500	a	34,404	0,45	0,94	
Z	1700	a	38,991	0,51	0,92	0,92

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,4	1,02
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,5	1,03

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,4 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 438,435 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 219,217 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 3864 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 151623 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,516 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,065	+	0,569	=	0,633	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Příčník P3

Profil: HI 250-10-15x200

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
250	200	10	15	3	8200	2440	9,182.10 ⁷	2,002.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
105,8	49,4	7,346.10 ⁵	2,002.10 ⁵	8,260.10 ⁵	3,055.10 ⁵	5,233.10 ⁵	2,761.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	80	1,49	81,49	kNm
N	-90	-0,4	-90,4	kN
Q	50	0,5	50,5	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0,71

Třída stojiny: 1

Ψ = -0,79

Třída pásnice: 1

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	3400	b	32,136	0,92	
Z	3400	c	68,826	0,60	0,6

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
3500	1	1	1,8	1,879	0	0,82

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	0	0	1	1,8	0	1	0,09	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 50,5 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 434,870 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 50,5 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 217,435 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 8200 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 8,260 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 8,260 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,060	+	0,320	= 0,380 ≤ 1
Vyhovuje			

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,060	+	0,390	= 0,450 ≤ 1
Vyhovuje			



Posuzovaný prut:

Svislice S1

Profil: **HEB 200**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	18	7808	2480	5,696.10 ⁷	2,003.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
85,4	50,7	5,696.10 ⁵	2,003.10 ⁵	6,425.10 ⁵	3,058.10 ⁵	5,928.10 ⁵	1,711.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	100	0,71	100,71	kNm
N	-420	-8,77	-428,77	kN
Q	80	0,4	80,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 1

Třída stojiny: **1**

Ψ = -0,37

Třída pásnice: **1****Třída průřezu: 1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	2500	b	29,274	0,93	
Z	1750	c	34,517	0,87	0,87

Klopení:

L _{cr,lt} [mm]	k	k _w	β _{M,LT}	C1	Ψ	χ _{lt}
1750	1	1	2,5	2,752	-1	1

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,51	0,92	0,02	1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 441,999 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 220,999 \text{ kN}$$

Vyhovuje



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_V = 7808 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_V^2}{4 \cdot t_W}\right) = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,204	+	0,467	= 0,672 ≤ 1
Vyhovuje			

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu s vlivem klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_{LT} \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,204	+	0,508	= 0,712 ≤ 1
Vyhovuje			



Posuzovaný prut:

Svislice S2 - tah

Profil: Tr 121x5

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	5	1822	1160	3,071·10 ⁶	41,1	5,075·10 ⁴	6,732·10 ⁴	6,130·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	10	0,76	10,76	kNm
M_z	5	0,76	5,76	kNm
N	75	0,93	75,93	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,2

Třída průřezu: 1

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 206,742 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 103,371 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1822 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 67322 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,732 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,018	+	0,587	= 0,606 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S4

Profil: Tr 121x12

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	12	4109	2616	6,177·10 ⁶	38,8	1,021·10 ⁵	1,431·10 ⁵	1,221·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	25	0,12	25,12	kNm
M_z	6	0,16	6,16	kNm
N	-515	-2,95	-517,95	kN
Q	25	0,1	25,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 10,083

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	900	a	23,196	0,30	0,98	
Z	1800	a	46,392	0,61	0,89	0,89

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,71	0,74
Z	-1	2,5	0	0	2	2,5	2,5	0,64

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 25,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 466,238 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 25,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 233,119 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4109 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 143148 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,459	+	0,430	=	0,889	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S5

Profil: Tr 121x12

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	12	4109	2616	6,177·10 ⁶	38,8	1,021·10 ⁵	1,431·10 ⁵	1,221·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	5	0,15	5,15	kNm
M_z	17	0,09	17,09	kNm
N	-400	-0,72	-400,72	kN
Q	40	0,2	40,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 10,083

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1750	a	45,103	0,59	0,89	
Z	2500	a	64,433	0,84	0,77	0,77

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,9	0,72
Z	-1	2,5	0	0	2	2,5	2,5	0,68

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 40,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 466,238 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 40,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 233,119 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4109 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 143148 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,410	+	0,276	=	0,686	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S6

Profil: Tr 121x5

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	5	1822	1160	3,071·10 ⁶	41,1	5,075·10 ⁴	6,732·10 ⁴	6,130·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	5	0,92	5,92	kNm
M_z	1	0,56	1,56	kNm
N	-360	-0,32	-360,32	kN
Q	5	0,1	5,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 24,2

Třída průřezu: 1

Vzperná stabilita:

	L _c [mm]	Vzperná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1750	a	42,579	0,56	1	
Z	2500	a	60,828	0,80	1	1

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,88	0,51
Z	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,9	0,50

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 206,742 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 103,371 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1822 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 67322 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,732 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,641	+	0,150	=	0,791	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S7

Profil: Tr 121x8

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	8	2840	1808	4,556·10 ⁶	40,1	7,530·10 ⁴	1,023·10 ⁵	9,066·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	10	0,95	10,95	kNm
M_z	5	0,62	5,62	kNm
N	-65	-2,9	-67,9	kN
Q	5	0,1	5,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 15,125

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	900	a	22,444	0,29	0,98	
Z	1800	a	44,888	0,59	0,89	0,89

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,65	0,96
Z	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,9	0,94

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 322,232 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 5,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 161,116 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2840 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 102323 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,023 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,087	+	0,373	=	0,460	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislice S8

Profil: Tr 121x12

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
121	12	4109	2616	6,177·10 ⁶	38,8	1,021·10 ⁵	1,431·10 ⁵	1,221·10 ⁷

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	20	0,12	20,12	kNm
M_z	1	0,32	1,32	kNm
N	-40	-0,1	-40,1	kN
Q	10	0,1	10,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 10,083

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	1750	a	45,103	0,59	0,89	
Z	2500	a	64,433	0,84	0,77	0,77

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,9	0,97
Z	-1	2,5	0	0	2	2,5	0,9	0,97

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 40,2 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 466,238 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 40,2 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 233,119 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 4109 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 143148 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 1,431 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,041	+	0,443	=	0,484	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vzpěrka příčné vazby V1

Profil: Tr 89x4

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	4	1068	680	9,668·10 ⁵	30,1	2,173·10 ⁴	2,892·10 ⁴	1,929·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	1,5	0,42	1,92	kNm
M_z	3	0,35	1,35	kNm
N	-70	-2,8	-72,8	kN
Q	4	0,3	4,3	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 10,083

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	λ	λ̄	χ	χ _{min}
Y	1500	a	49,834	0,65	0,87	0,87
Z	1500	a	49,834	0,65	0,87	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,8	1,18
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-0,8	1,18

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 4,3 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 121,193 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 4,3 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 60,597 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1068 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 28921 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 2,892 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y.Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N		M		Σ		
0,254	+	0,510	=	0,764	≤	1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vodorovné ztužení **Z1**Profil: **Tr 108x5**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	5	1618	1030	2,151·10 ⁶	36,5	3,983·10 ⁴	5,309·10 ⁴	4,291·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	1,5	0,21	1,71	kNm
M_z	1	0,2	1,2	kNm
N	-115	-1,39	-116,39	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 21,6

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	4700	a	128,767	1,69	0,30	0,30
Z	2350	a	64,384	0,84	0,77	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-2,7	1,5
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-1,2	1,31

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 183,572 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 91,786 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 1618 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 53087 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,309 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,777	+	0,184	= 0,960 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vodorovné ztužení **Z2**Profil: **Tr 108x6,3**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	6,3	2013	1281	2,612·10 ⁶	360	4,838·10 ⁴	6,524·10 ⁴	5,205·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	1,5	0,22	1,72	kNm
M_z	1	0,13	1,13	kNm
N	-205	-1,71	-206,71	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 17,143

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	2100	a	58,333	0,76	1	1
Z	2100	a	58,333	0,76	1	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	1	1,1	0	0	1	1,1	-1	1,29
Z	1	1,1	0	0	1	1,1	-1	1,29

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 228,307 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 114,153 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2013 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 65244 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,524 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,333	+	0,132	= 0,465 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Vodorovné ztužení Z3

Profil: Tr 108x6,3

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
108	6,3	2013	1281	2,612·10 ⁶	360	4,838·10 ⁴	6,524·10 ⁴	5,205·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: S355 (Fe 510)

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M _y	5	0,25	5,25	kNm
M _z	2	0,15	2,15	kNm
N	-220	-1,06	-221,06	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 17,143

Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	$\bar{\lambda}$	χ	χ _{min}
Y	2100	a	58,333	0,76	0,82	0,82
Z	2100	a	58,333	0,76	0,82	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k
Y	-0,5	2,15	0	0	6	2,15	0,58	0,78
Z	-0,75	2,33	0	0	3,5	2,33	0,84	0,68

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 228,307 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 114,153 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2013 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 65244 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,524 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{pl}^* \cdot f_{yk}} \leq 1;$$

$$\text{resp. } \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{k_y^2 \cdot M_{y,Sd}^2 + k_z^2 \cdot M_{z,Sd}^2}}{W_{el}^* \cdot f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,438	+	0,216	= 0,654 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut: **NOS1**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
765	200	25	30	705	47250	3,0816.10 ¹⁰	3,1172.10 ⁹
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	
255,4	81,2	8,056.10 ⁷	3,1172.10 ⁷	1,0623.10 ⁷	3,6844.10 ⁷	378	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	1725	2	1727	kNm
M_{z,Sd}	210	20,2	230,2	kNm
N_{Sd}	160	21,5	181,5	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 10,37 α = 0,507
d/t_w = 28,20 Třída průřezu: **1**
b/t_f = 6,67 Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _c [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	7620	c	0,49	29,8	0,39	0,902	
Z	7620	c	0,49	93,8	1,23	0,421	0,421

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-0,384	1,004
Z	1,1	-2,028	1,046

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,030	+	0,529	+	0,212	=	0,770 ≤ 1		



Posuzovaný prut:

Střední pás SP

Profil: **HEB 200**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{VZ}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	18	7808	2480	5,696.10 ⁷	2,003.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
85,4	50,7	5,696.10 ⁵	2,003.10 ⁵	6,425.10 ⁵	3,058.10 ⁵	5,928.10 ⁵	1,711.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

Součinitel spolehlivosti:

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	50	0,2	50,2	kNm
N	480	4,63	-484,63	kN
Q	12	0,2	12,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 0 Třída stojiny: **1**
 Ψ = 45,18 Třída pásnice: **1**
Třída průřezu: 1

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M _Q [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	0	0	1	1,8	-0,1	1,02	0,09	0,98

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 441,999 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 220,999 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7808 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w}\right) = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,034	+	0,253	= 0,287 ≤ 1

Vyhovuje



Posuzovaný prut:

Svislý nosník podporující uložení hnacího bubnu **M1**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	14608	7,3337.10 ⁸	7,5337.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
70,9	71,8	7,3337.10 ⁶	7,5337.10 ⁶	9,315.10 ⁶	9,178.10 ⁶	116	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	40	2,3	42,3	kNm
M_{z,Sd}	175	1,42	176,42	kNm
N_{Sd}	290	5,4	295,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 243

α = 1

d/t_w = 20,25Třída průřezu: **1**b/t_f = 13,95Třída průřezu: **1**Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,005	+	0,147	+	0,623	=	0,775	≤ 1	



Posuzovaný prut: Vodorovný nosník podporující uložení hnacího bubnu **M2**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	11208	6,5148.10 ⁸	5,0743.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _i
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
76,2	67,3	6,5148.10 ⁶	5,0743.10 ⁶	7,870.10 ⁶	6,288.10 ⁶	89	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	30	3,96	33,96	kNm
M_{z,Sd}	180	2,4	182,4	kNm
N_{Sd}	150	4,4	154,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 27

α = 0,601

d/t_w = 14,89

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 13,33

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y		c	0,49	0	0	1,109	1
Z		c	0,49	0	0	1,109	

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,8	0,208	0,993
Z	1,8	0,239	0,992

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,045	+	0,140	+	0,425	=	0,609	≤ 1	



Posuzovaný prut:

Rám napínání horní N1

Profil: **HEB 200**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	r	A	A _{vz}	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	18	7808	2480	5,696.10 ⁷	2,003.10 ⁷
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	I _T	I _w	
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	mm ⁶	
85,4	50,7	5,696.10 ⁵	2,003.10 ⁵	6,425.10 ⁵	3,058.10 ⁵	5,928.10 ⁵	1,711.10 ¹¹	

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	25	0,2	50,2	kNm
N	-50	4,63	-484,63	kN
Q	35	0,2	12,2	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

α = 1 Třída stojiny: **1**
 Ψ = -0,64 Třída pásnice: **1**
Třída průřezu: 1

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	λ	χ	χ _{min}
Y	10000	b	117,096	0,33	
Z	10000	c	197,239	0,13	0,13

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	Ψ	β _{M,Ψ}	β _{M,Q}	M ₀ [kNm]	ΔM[kNm]	β _M	μ	k	μ _{LT}	k _{LT}
Y	0	1,8	0	0	1	1,8	-0,5	1,03	0,55	0,92

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 441,999 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 80,4 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 220,999 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 7808 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} - \left(\frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 6,425 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$



Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu bez vlivu klopení:

$$\frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_y \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A^* \cdot f_y} + \frac{k_z \cdot M_{Sd} \cdot \gamma_{M1}}{W^* \cdot f_y} \leq 1$$

N		M		Σ		Vyhovuje
0,153	+	0,147	=	0,300	≤ 1	



Posuzovaný prut: Rám napínání dolní část **N2**

Geometrické vlastnosti svařovaného profilu:

h	b	t _w	t _f	d	A	I _y	I _z
mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm ⁴
200	200	9	15	134	12908	6,9243.10 ⁸	4,8813.10 ⁸
i _y	i _z	W _y	W _z	W _{pl,y}	W _{pl,z}	g	h _t
mm	mm	mm ³	mm ³	mm ³	mm ³	kg/m	mm
73,2	61,5	6,9243.10 ⁶	4,8813.10 ⁶	8,5925.10 ⁶	6,8830.10 ⁶	102	170

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_{y,Sd}	60	1,6	61,6	kNm
M_{z,Sd}	45	0,8	45,8	kNm
N_{Sd}	225	2,4	227,4	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

z = 40,49

α = 0,651

d/t_w = 14,89

Třída průřezu: **1**

b/t_f = 13,33

Třída průřezu: **1**

Vzpěrná stabilita:

	L _{cr} [mm]	Vzpěrná křivka	α	λ	λ _p	χ	χ _{min}
Y	10000	c	0,49	136,5	1,79	0,237	
Z	10000	c	0,49	162,6	2,13	0,176	0,176

Součinitel vlivu II. Řádu pro ohyb kolem osy "y" a "z":

Průběh momentů mezi body podepřenými ve směru působícího zatížení:

	β _M	μ	k
Y	1,1	-2,976	1,5
Z	1,1	-3,421	1,5

Posudek na ohyb. moment a tlakovou sílu:

Využití průřezu v tlaku		Využití průřezu v ohybu (y-y)		Využití průřezu v ohybu (z-z)		Celkové využití		Vyhovuje
0,324	+	0,232	+	0,216	=	0,772	≤ 1	



Posuzovaný prut: Závěs napínacího rámu **N3**

Geometrické vlastnosti:

D	t	A	A _{vz}	I	i	W _{el}	W _{pl}	I _T
mm	mm	mm ²	mm ²	mm ⁴	mm	mm ³	mm ³	mm ³
89	8	2036	1296	1,686·10 ⁶	28,8	3,788·10 ⁴	5,266·10 ⁴	3,339·10 ⁶

Materiálové vlastnosti: **S355 (Fe 510)**

f _y	f _u	E	G
MPa	MPa	MPa	MPa
355	510	210000	81000

Součinitel spolehlivosti:

γ _{M0}	1,15
γ _{M1}	1,15

Vnitřní síly v průřezu:

	Původní	Jeřáb	Σ	
M_y	0,5	0,05	0,52	kNm
M_z	6	0,2	6,2	kNm
N	90	2,3	-92,3	kN
Q	2	0,1	2,1	kN

Zatřídění průřezu podle ČSN EN 1993-1-1:

D/t = 11,125

Třída průřezu: **1**

Posudek na smyk:

$$V_{Sd} \leq V_{pl.Rd} = \frac{A_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq V_{pl.Rd} = 230,981 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 2,1 \text{ kN} \leq 0,5 \cdot V_{pl.Rd} = 115,490 \text{ kN}$$

Vyhovuje

Posudek na ohyb. moment a normálovou sílu:

$$A^* = A - \rho \cdot A_v = 2036 \text{ mm}^2, W_{pl}^* = W_{pl} \cdot \left(1 - \frac{\rho}{2}\right) = 52659 \text{ mm}^4, W_{el}^* = \min(W_{pl}^*; W_{el})$$

$$W^* = W_{nl}^* = 5,266 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{pl}^* f_{yk}} \leq 1; \quad \text{resp.} \quad \frac{N_{Sd} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A^* f_{yk}} + \frac{\gamma_{M1} \sqrt{k_y^2 M_{y.Sd}^2 + k_z^2 M_{z.Sd}^2}}{W_{el}^* f_{yk}} \leq 1$$

N	M	Σ	
0,022	+	0,383	= 0,405 ≤ 1

Vyhovuje



	Profil	Označení	Využití profilu	
	Most			
1	TR 219x12	D1	0,942	Vyhovuje
2	TR 194x8 - tah	D2	0,843	Vyhovuje
3	TR 194x8 - tlak	D2	1,047	Nevyhovuje
4	HK 200-20-30x380	D3a	0,863	Vyhovuje
5	HI 200-12-20x340	D3b	0,719	Vyhovuje
6	TR 219x8	D4	0,821	Vyhovuje
7	TR 245x12,5	D5	0,993	Vyhovuje
8	TR 245x10	D6	1,194	Nevyhovuje
9	TR 245x8	D7	1,400	Nevyhovuje
10	TR 194x18	D8	0,931	Vyhovuje
11	TR 108x4	D9	1,243	Nevyhovuje
12	TR 133x10	DD1	1,048	Nevyhovuje
13	TR 108x4	DD2	0,828	Vyhovuje
14	TR 168x8	DD3	1,510	Nevyhovuje
15	TR 133x6,3	DD5	0,778	Vyhovuje
16	HEA 340	DP1	0,654	Vyhovuje
17	HEB 340	DP2	0,777	Vyhovuje
18	HEB 340	DP3	0,742	Vyhovuje
19	HEB 340	DP4	0,867	Vyhovuje
20	HEB 340	DP5	0,591	Vyhovuje
21	HEB 340 - tah	DP6	0,920	Vyhovuje
22	HEB 340 - tlak	DP6	0,907	Vyhovuje
23	-	DP7	0,870	Vyhovuje
24	HEA 340	DP8	0,589	Vyhovuje
25	IPE 240	DPP1	0,816	Vyhovuje
26	TR 219x10	DPP1	0,316	Vyhovuje
27	HEA 320	DPP3	0,906	Vyhovuje
28	-	DPP4	0,318	Vyhovuje
29	HEB 340	DPP5	0,375	Vyhovuje
30	TR 133x6,3	DPP6	0,546	Vyhovuje
31	HEB 340	DPP7	0,670	Vyhovuje
32	-	DPP8	0,147	Vyhovuje
33	HEA 340	DPP9	0,146	Vyhovuje
34	TR 108x6,3	HD1	0,981	Vyhovuje
35	TR 108x4	HD2	0,900	Vyhovuje
36	TR 108x4	HD3	1,226	Nevyhovuje
37	TR 108x4	HD4	1,523	Nevyhovuje
38	TR 245x10	HD5	0,761	Vyhovuje
39	TR 194x10	HD6	0,742	Vyhovuje
40	TR 168x8	HD7	1,033	Nevyhovuje
41	HEA 340	HP1-d	0,987	Vyhovuje



42	HEA 340	HP1-h	0,711	Vyhovuje
43	HEA 340	HP2	0,840	Vyhovuje
44	HEB 340	HP3	0,926	Vyhovuje
45	HEB 340	HP4	1,057	Nevyhovuje
46	HEB 340	HP6	0,925	Vyhovuje
47	HEA 340	HP7	1,027	Nevyhovuje
48	HI320-8-10x160	HPP1	0,545	Vyhovuje
49	IPE 180	HPP2	0,378	Vyhovuje
50	IPE 300	HPP3	0,755	Vyhovuje
51	HEB 340	HPP4	0,171	Vyhovuje
52	TR 194x5,6	HPP5	0,179	Vyhovuje
53	TR 273x12	HPP6	0,336	Vyhovuje
54	TR 245x10	PG1	0,330	Vyhovuje
55	TR 133x10	PG2	0,965	Vyhovuje
56	TR 76x6,3	PG3	0,621	Vyhovuje
57	TR 89x8	PG4	0,765	Vyhovuje
58	HK 220-15-15x160	S1	0,882	Vyhovuje
59	-	S2	0,898	Vyhovuje
60	TR 194x10	S3	0,898	Vyhovuje
61	TR 194x12	S4	0,953	Vyhovuje
62	TR 194x10	S5	0,547	Vyhovuje
63	Konzola podporující vratný buben u kul.čepu		0,339	Vyhovuje
64	Příčník nad kulovým čepem uložení mostu na spodní stavbu		0,863	Vyhovuje
65	HEB 160		0,901	Vyhovuje
Teleskop				
1	TR 89x8	DH1	0,676	Vyhovuje
2	TR 89x5	DH2	0,803	Vyhovuje
3	TR 89x8	DH3	0,735	Vyhovuje
4	-	DS1	0,829	Vyhovuje
5	TR 108x5	DS2	0,766	Vyhovuje
6	TR 108x8	DS3	0,771	Vyhovuje
7	TR 133x14	DS4	0,795	Vyhovuje
8	TR 133x8	DS5	0,671	Vyhovuje
9	HEB 200	DP1	0,666	Vyhovuje
10	HEA 180	DP2	0,665	Vyhovuje
11	HEA 180	DP3	0,681	Vyhovuje
12	HEB 200	DP4	0,651	Vyhovuje
13	HEB 200	DP5	0,919	Vyhovuje
14	HEB 200	DP6	0,919	Vyhovuje
15	HEB 200	DP6	0,479	Vyhovuje



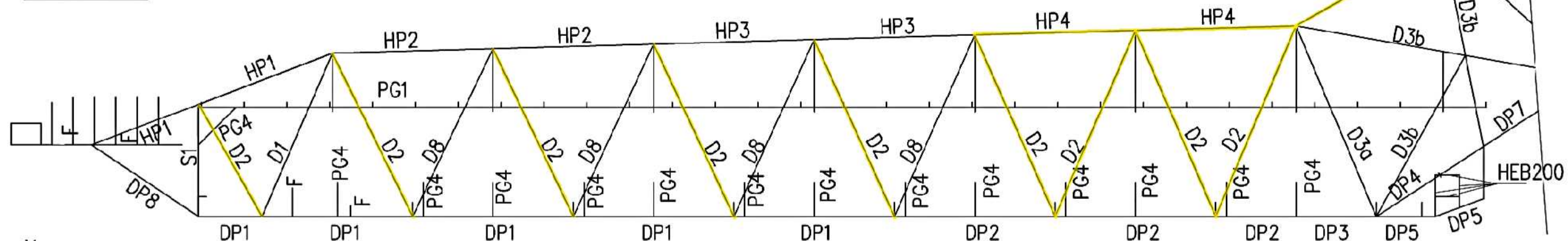
16	TR 245x10	HP1	0,816	Vyhovuje
17	TR 245x16	HP2	0,801	Vyhovuje
18	TR 245x20	HP3	0,805	Vyhovuje
19	TR 245x20	HP4	0,730	Vyhovuje
20	-	HP5	0,864	Vyhovuje
21	TR 273x10	P1	0,231	Vyhovuje
22	TR 133x10	P2	0,633	Vyhovuje
23	HI250-10-15x200	P3	0,450	Vyhovuje
24	HEB 200	S1	0,712	Vyhovuje
25	Tr 121x5	S2	0,606	Vyhovuje
26	TR 121x12	S4	0,889	Vyhovuje
27	TR 121x12	S5	0,686	Vyhovuje
28	TR 121x5	S6	0,791	Vyhovuje
29	TR 121x8	S7	0,460	Vyhovuje
30	TR 121x12	S8	0,484	Vyhovuje
31	TR 89x4	V1	0,764	Vyhovuje
32	TR 108x5	Z1	0,960	Vyhovuje
33	TR 108x6,3	Z2	0,465	Vyhovuje
34	TR 108x6,3	Z3	0,654	Vyhovuje
35	-	NOS1	0,770	Vyhovuje
36	HEB 200	SP	0,287	Vyhovuje
37	HEB 200	M1	0,775	Vyhovuje
38	HEB 200	M2	0,609	Vyhovuje
39	HEB 200	N1	0,300	Vyhovuje
40	HEB 200	N2	0,772	Vyhovuje
41	TR 89x8	N3	0,405	Vyhovuje

Profily Pohledy na stěnu

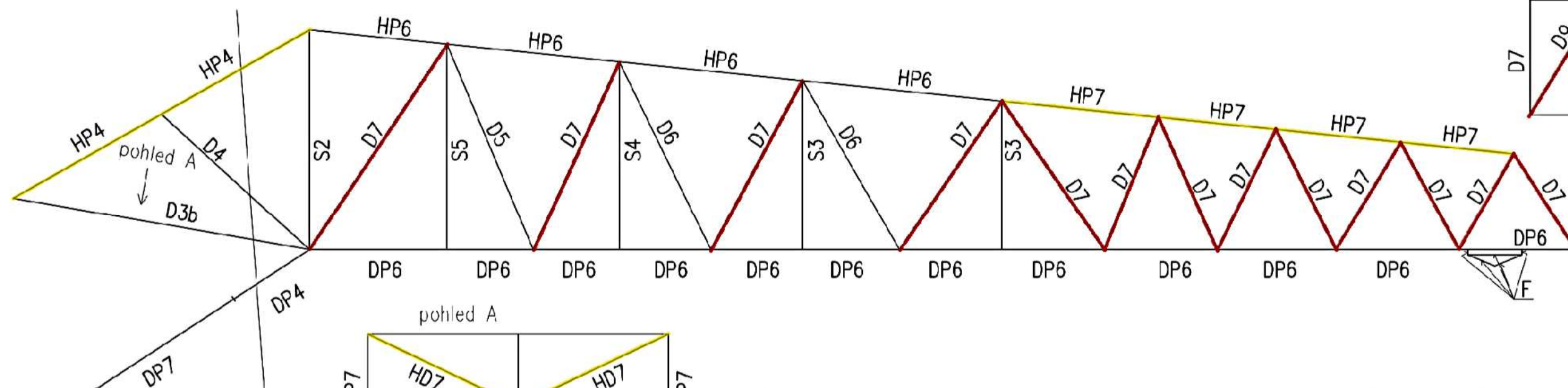
Část 1

Část 1

Část 2

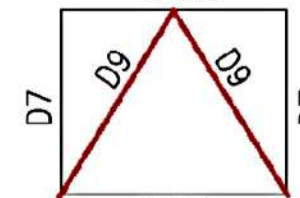


Část 2



pohled B

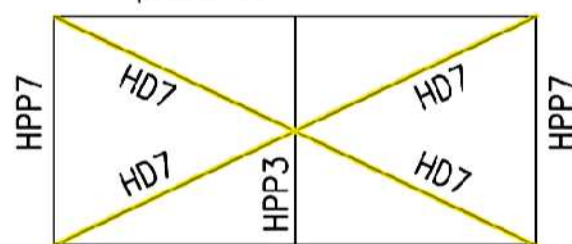
HPP2



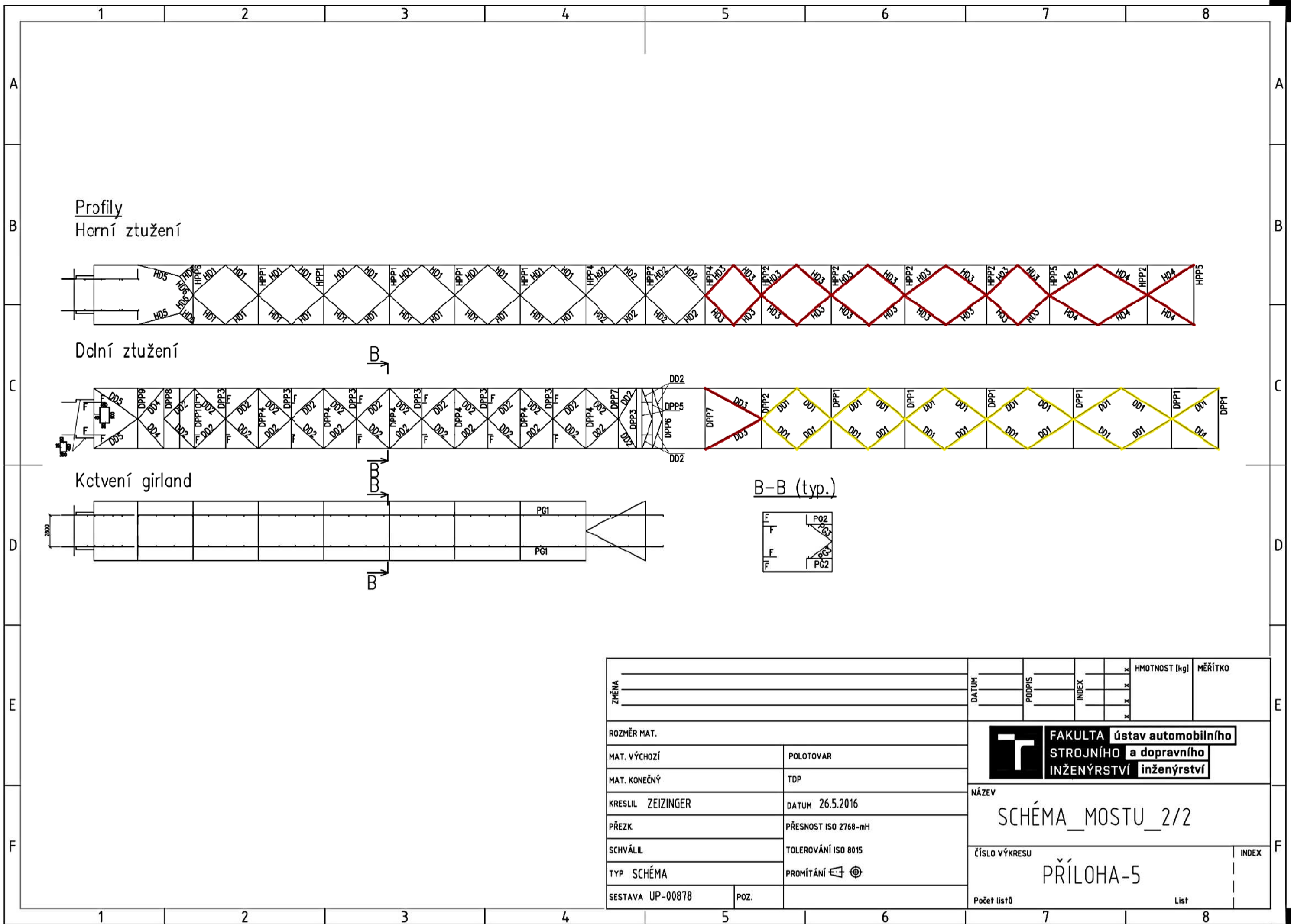
DPP1


pohled B

pohled A



ZMĚNA			DATUM			PODPIS			INDEX			HMOTNOST [kg]			MĚŘÍTKO		



ZMĚNA		DATUM	PODPIS	INDEX	x	HMOTNOST [kg]	MĚŘÍTKO
					x		
					x		
					x		
					x		
ROZMĚR MAT.		 FAKULTA ústav automobilního STROJNÍHO a dopravního INŽENÝRSTVÍ inženýrství					
MAT. VÝCHOZÍ	POLOTOVAR						
MAT. KONEČNÝ	TDP						
KRESLIL ZEIZINGER	DATUM 26.5.2016	NÁZEV					
PŘEZK.	PŘESNOST ISO 2768-mH	SCHÉMA MOSTU 2/2					
SCHVÁLIL	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	ČÍSLO VÝKRESU					
TYP SCHÉMA	PROMÍTÁNÍ	PŘÍLOHA-5					
SESTAVA UP-00878	POZ.	Počet listů					
		List					